

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Система электроснабжения на основе микрогидроэлектростанции

УДК 621.31.031:621.311.21(575.2)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4К	БОСЖИГИТОВ Азимбек Каипбекович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Лукутин Б.В.	Д.Т.Н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Завьялов В.М.	д.т.н., доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ЭПП

Завьялов

В.М.

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4K	Босжигитов Азимбек Каипбекович

Тема работы:

Система электроснабжения на основе микрогидроэлектростанции

Утверждена приказом директора (дата, номер)

04.02.2016 г. № 764/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

- Местоположения и деятельность рассматриваемого объекта
- Список электрических приборов
- Альтернативное электроснабжение

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>- 1. МикроГЭС. Общие понятия и распространение в мире и Кыргызской Республике - 2. Энергетические показатели водотока и характеристики электрификации объекта - 3. Расчеты микроГЭС и системы электроснабжения - 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение - 5. Социальная ответственность</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>- Типичные суточные графики нагрузки (рис. 2.2; 2.3; 2.4) - Электрическая схема микроГЭС (рис. 3.7) - План размещения устройств (рис. 3.8) - Электрическая схема внутреннего электроснабжения (рис. 3.9)</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Грахова Е.А</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Бородин Ю.В</p>
<p>Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке</p>	<p>Матухин Д.Л.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Введение</p>	
<p>1 МикроГЭС. Общие понятия и распространение в мире и Кыргызской Республике</p>	
<p>Заключение</p>	
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Лукутин Б.В.	Д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4K	Босжигитов Азимбек Каипбекович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4K	Босжигитов Азимбек Каипбекович

Институт		Кафедра	
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника / Электроснабжение промышленных предприятий

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов проектной работы: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- При проведении исследования используется материально-техническая база кафедры; - Стоимость оборудования -690 тыс.руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- Коэффициент инфляции $k=1,1$ - Отчисления на социальные нужды 30% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения проектной работы с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Техничко-экономическое обоснование ПИР (Не является коммерческим проектом). - Swot-анализ ПИР
2. Планирование и формирование бюджета проектной работы	- Планирование работ по ПИР - Оценка стоимости ПИР - Оценка стоимости альтернативного электроснабжения
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка эффективности ПИР

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- Диаграмма Ганта;
- Смета затрат на проект;

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4K	Босжигитов Азимбек Каипбекович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ4К	Босжигитов Азимбек Каипбекович

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	13.04.02- «Электроэнергетика и электротехника»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<u>МикроГЭС</u> МикроГЭС находится внутри навеса с естественным освещением. Уровень шума 50 дБ.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 	Работы ведутся внутри навеса с естественным освещением. СИ52,13330,2011 Уровень шума в пределах нормы. Средства защиты от вредных и опасных факторов предусмотрены на основе следующих документов: ГОСТ 12. 1.003 – 83, ГОСТ 12.1.005 – 88,.
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	При эксплуатации микроГЭС, возможно получение травмы связанные с ремонтом. Также можно получить поражения электрическим током. Чтобы не допустить этих травм выдается спецодежда и дополнительное оборудование. в соответствии ГОСТ 12.0.003-74. МикроГЭС не пожароопасен, так как навес построен из металла. Единственная пожароопасность проявляет генератор и для этого имеется огнетушитель типа ОУ-3. ГОСТ Р 12.3.047-98, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ, РД 34.03.350-98

2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p><i>МикроГЭС считается экологически чистым. То есть на экологию никак не повлияет. Только нужно учитывать то, что, после срока службы оборудования надо прессовать и сдавать на металлолом. ГОСТ 1639-2009.</i></p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p><i>МикроГЭС находится возле реки. Поэтому возможный чрезвычайный ситуаций будет наводнение. При возникновении ЧС нужно отключить микроГЭС, закрыть затворы, дальше персонал должен покинуть микроГЭС по плану эвакуации в безопасное место., ГОСТ Р 22.8.07-99, ГОСТ Р 22.0.03.</i></p>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	
Перечень графического материала:	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Схема защитного заземления • План эвакуации

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4К	Босжигитов Азимбек Каипбекович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования магистр

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

Период выполнения осенний 2014/2015/, весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.09.2015 - 19.01.2016	-Изучение материалов по тематике	...
08.02.2016 – 01.03.2016	-Определение энергетических показателей водотока и характеристики электрификации объекта	...
14.03.2016 – 28.03.2016	-Выбор оборудования и расчеты системы электроснабжения	
04.04.2016 – 18.04.2016	-Разработка электрической схемы системы электроснабжения	
25.0.2016 – 02.05.2016	-Технико-экономическое обоснование НИР	
16.05.2016 – 30.05.2016	-Социальная ответственность	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Лукутин Б.В.	д.т.н., профессор		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Завьялов В.М.	д.т.н., доцент		

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация содержит пояснительную записку включающую 106 страниц, 21 рисунков, 33 таблицы, 2 приложения, 23 источника.

Объектом исследования является кошара содержащая скот.

Целью диссертационной работы является разработка проекта автономной системы электроснабжения на основе микроГЭС, для обеспечения отдаленного от электрической сети потребителя.

Основные задачи исследований включают:

- Анализ энергетических характеристик потребителей
- Изучение рельефа местности и определение местоположения микроГЭС
- Анализ оборудования микроГЭС
- Оценка экономической эффективности системы электроснабжения с микроГЭС

В результате исследовательской работы была разработана система электроснабжения на основе микроГЭС. Была также рассмотрена альтернативная электроснабжение на основе дизель-генераторов, но в результате экономического расчета более выгодной оказалось использование микроГЭС.

СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

МикроГЭС – микрогидроэлектростанция

УАР – устройство автоматического регулирования

ББН – блок балластной нагрузки

НИР – научно–исследовательская работа

ПИР – проектно–исследовательская работа

ПУЭ – правила устройства электроустановок

ПТЭ – правила технической эксплуатации

ПТБ – правила техники безопасности

ГОСТ 12.1.003-83 – «Шум, общие требования безопасности»

ГОСТ 12.1.030 – 81 – «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление»

ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ – «Пожарная безопасность. Общие требования»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	12
1 МИКРОГЭС. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ В МИРЕ И КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.	14
1.1 Принцип действия микроГЭС и разновидности конструкций	14
1.2 Основные и дополнительные сооружения микроГЭС	17
1.3 Крупные производители микроГЭС	23
1.4 Применение микроГЭС в мире и Кыргызской Республике	28
Вывод по первой главе	30
2 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДОТОКА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОФИКАЦИИ ОБЪЕКТА.	31
2.1 Местонахождение и деятельность объекта электрофикации	31
2.2 Графики электрических нагрузок	33
2.3 Гидроэнергетический потенциал водотока и схема построения микроГЭС	38
Вывод по второй главе	40
3 РАСЧЕТЫ МИКРОГЭС И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	41
3.1 Выбор оборудования микроГЭС	41
3.2 Строительно-монтажные работы по установке микроГЭС	44
3.3 Внутреннее электроснабжение	50
3.4 Разработка электрической схемы электроснабжения	55
Вывод по третьей главе	57
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	58
4.1 Техничко-экономическое обонование	58
4.2 Планирование работ проектно-исследовательской работы	59
4.3 Оценка стоимости проектно-исследовательской работы	62
4.4 Оценка стоимости альтернативного электроснабжения	68
4.5 Оценка эффективности проектно-исследовательской работы	73
Вывод по четвертой главе	74
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	76

5.1 Анализ опасных и вредных факторов	78
5.2 Виброакустические факторы	78
5.3 Расчет защитного заземления	79
5.4 Техника безопасности дежурного персонала.....	82
5.5 Пожарная безопасность	83
5.6 Охрана окружающей среды	85
Вывод по пятой главе	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	89
Приложение А	92
Приложение Б	108

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во всем мире и в Кыргызской Республике проявляется интерес к получению энергии из возобновляемых источников энергии, которыми являются энергия воды, биомассы и солнца.

Применение установок, преобразующих энергию этих источников в любой другой вид энергии, направлено, прежде всего, на улучшение энергоснабжения небольших объектов, расположенных в зонах, удаленных от централизованных электрических сетей.

В Кыргызстане существует множество мест компактного проживания населения, значительно удаленных от районов с развитыми электрическими сетями: это села, расположенные в труднодоступных горных районах. Кроме того, существует много временных сезонных поселений на высокогорных пастбищах, геологоразведочных объектов, станций и постов различных служб, туристические комплексы, охотничьи хозяйства, пасеки и пр.

Для энергоснабжения таких мелких рассредоточенных потребителей, в основном, применяются дизельные или бензиновые генераторы. Наряду с их преимуществами по транспортировке, простоте пуска и остановки, эти агрегаты имеют существенные недостатки – использование дорогого дизельного топлива (или бензина) и масла, загрязнение окружающей среды выхлопными газами и топливом, необходимость создания запасов горючего и высокая пожарная опасность, сложность доставки топлива на большие расстояния, высокий уровень шума.

В то же время, как правило, характерной особенностью удаленных мест проживания является наличие в непосредственной близости от них естественных водотоков, которые являются источниками питьевой воды. На природных водотоках в горных условиях в изобилии имеются участки, где на относительно небольших расстояниях наблюдаются значительные перепады уровня русла (уклоны рек, перекаты, пороги, водопады). Такие участки обладают большим гидроэнергетическим потенциалом, использование

которого путем установки микро ГЭС является эффективным решением проблемы.

1 МИКРОГЭС. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ В МИРЕ И КЫРГЫЗКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

1.1 Принцип действия микроГЭС и разновидности конструкций

Микрогидроэлектростанция — объект малой гидроэнергетики. Эта часть энергопроизводства занимается использованием энергии водных ресурсов и гидравлических систем с помощью гидроэнергетических установок малой мощности. Малая гидроэнергетика получила развитие в мире в последние десятилетия, в основном из-за стремления избежать экологического ущерба, наносимого водохранилищами крупных ГЭС[22].

Принцип работы микро ГЭС заключается в том, что ее гидротехнические сооружения обеспечивают необходимый напор воды, поступающей на лопасти гидротурбины, которая приводит в действие генератор, вырабатывающий электроэнергию. Этот напор воды образуется деривацией – естественным стоком воды (если это деривационный тип микро ГЭС) или плотиной (если это плотинный тип)

Технические параметры микро ГЭС зависят от гидротехнических условий: от расхода воды – объема воды в литрах (или в метрах кубических), проходящей через турбину за 1 секунду; от напора – расстояния от верхней и до нижней точки падения воды на турбину. В зависимости от характеристик напора разделяют высоконапорные, средненапорные и низконапорные микро ГЭС[11].

Также устройство микро ГЭС зависит от схемы ее расположения. На рисунке 1.1 изображена напорная микро ГЭС деривационного типа. Принцип ее работы заключается в том, что вода отводится по деривационному каналу с небольшим уклоном и за счет длины канала достигается необходимый напор воды. Далее, вода по напорному трубопроводу подается на гидроагрегат, расположенный внизу, после чего, использованная вода возвращается обратно в реку.

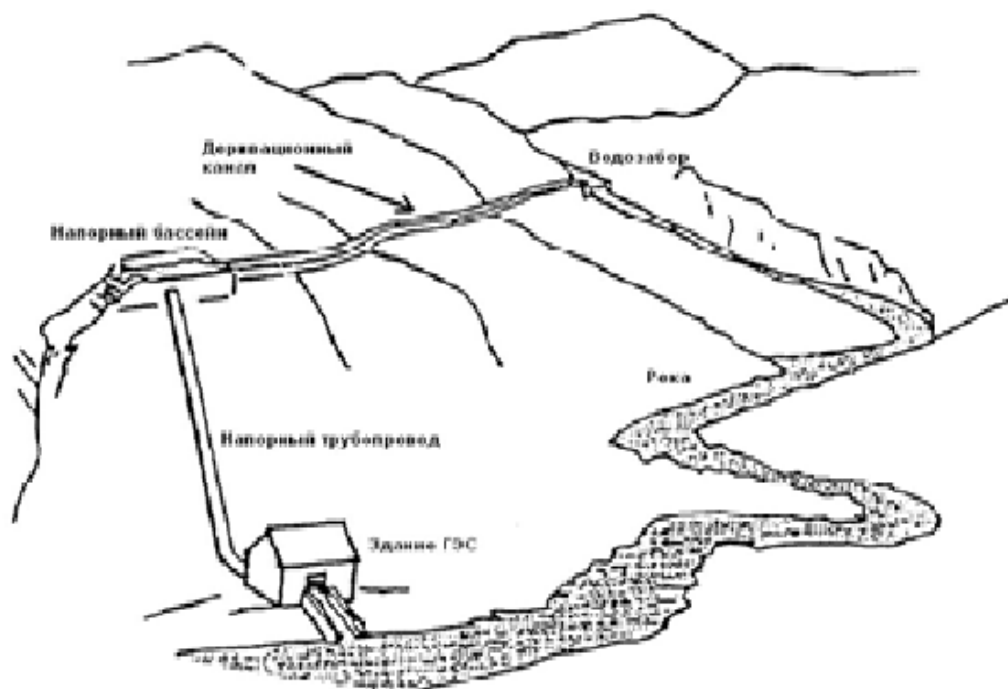


Рисунок 1.1 – МикроГЭС деривационного типа [22]

Ниже на рисунке 1.2 показана микро ГЭС без деривационного канала. Ее отличие от ГЭС с деривационным каналом, заключается в том, что необходимый напор достигается за счет естественных природных условий большого уклона русла реки.

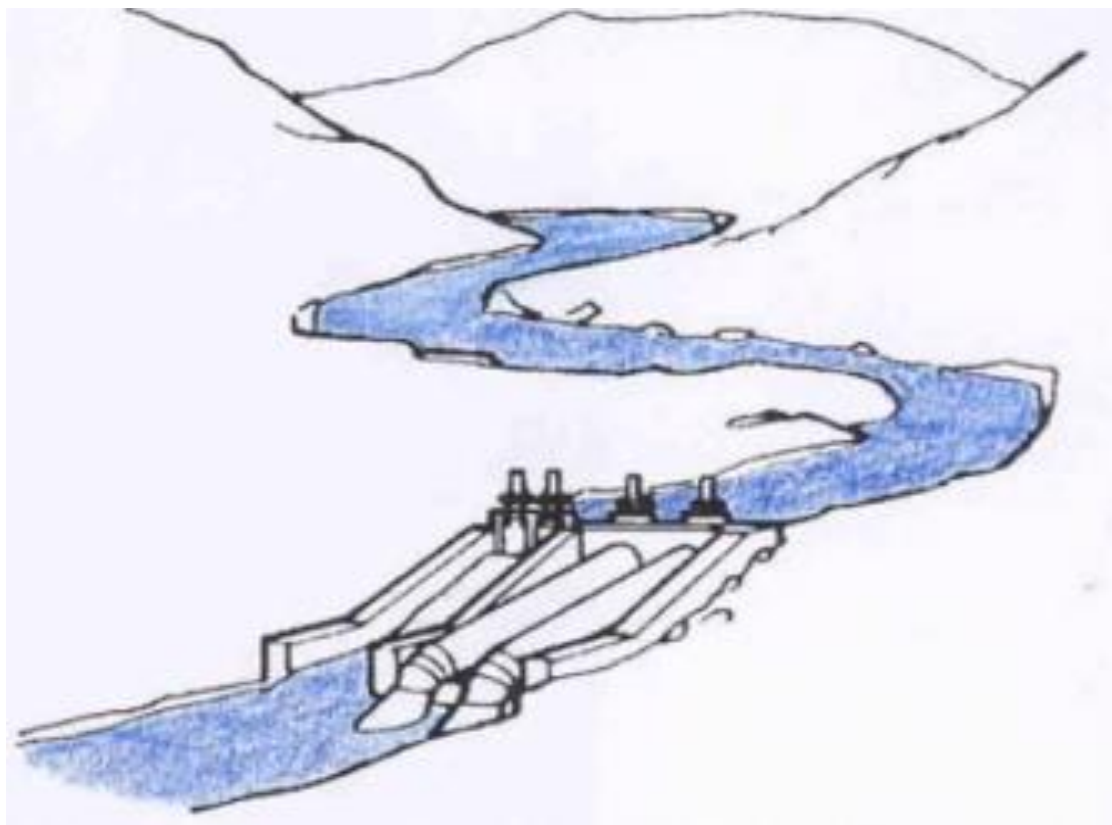


Рисунок 1.2 – МикроГЭС руслового типа [22]

В некоторых случаях, микро ГЭС сооружают путем строительства плотины на пути речки или ручья (рисунок 1. 3). Это позволяет решить две задачи:

- а) достижение необходимого напора за счет подъема воды на необходимую высоту;
- б) регулирование расхода и режима воды (то, что в вышеуказанных примерах решается за счет напорного бассейна).

Вода, накопленная в этом небольшом водохранилище, дальше работает по тому же принципу– вода по напорному трубопроводу подается на гидроагрегат [11].

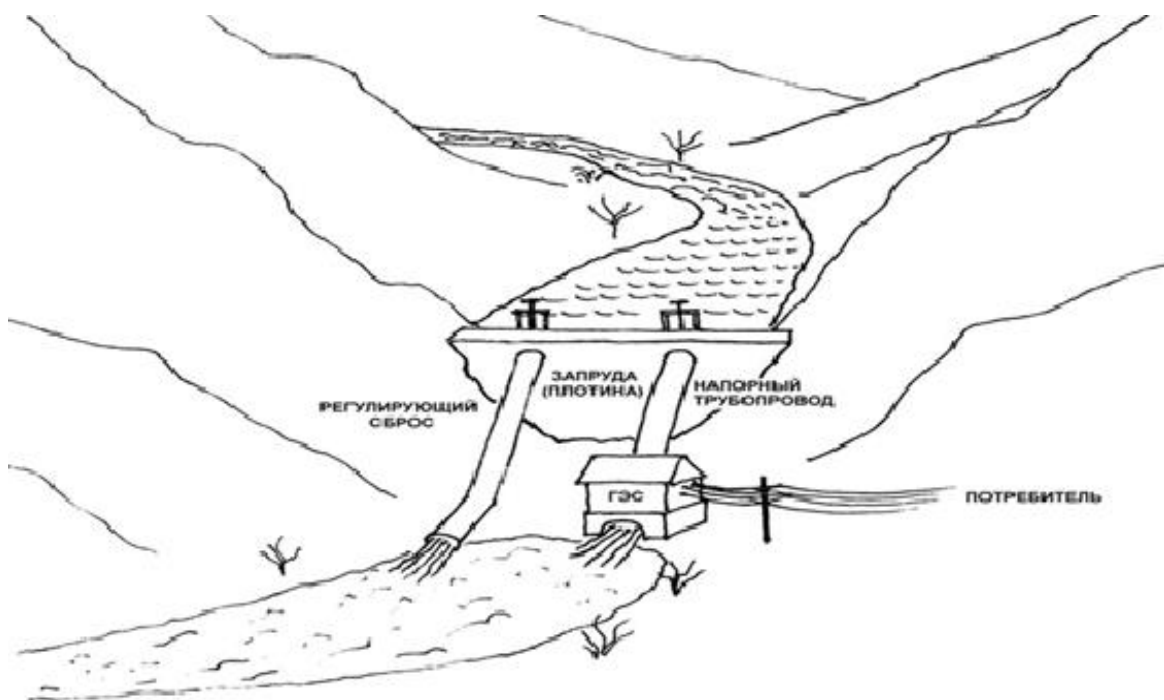


Рисунок 1.3 – МикроГЭС с плотиной [22]

. В состав всех видов микроГЭС входят гидротехнические сооружения, гидромеханическое и электротехническое оборудование. Гидротехнические сооружения служат для создания условий функционирования электромеханического оборудования микроГЭС и включают в себя (в зависимости от типа и схемы расположения микроГЭС) водозаборное сооружение; деривационный канал; напорные бассейн и трубопровод; устройства для защиты от мусора и льда; плотина; водосброс и другое. Электромеханическое оборудование преобразует энергию воды в электрическую энергию и включает в себя гидроагрегат (гидротурбина и гидрогенератор), блоки управления водой и электрической частью [11].

1.2 Основные и дополнительные сооружения микроГЭС

Гидротехнические сооружения:

Водозабор предназначен для отвода необходимого объема (расхода) воды из основного русла реки в деривационный канал или сразу в напорный бассейн. Кроме обеспечения бесперебойного снабжения гидроагрегата водой в нужном количестве и в требуемое время, он защищает от попадания льда,

мусора и т.п.

Очень важно, чтобы водозабор функционировал при любых уровнях потока воды, от самого низкого до уровня паводков. Он также должен защищать оборудование микро ГЭС от ила, песка, гравия или другого мусора, приносимого течением. Правильный проект водозабора является решающим фактором для функционирования всей микро ГЭС

Деривационный канал служит для подачи воды от водозаборного сооружения к напорному бассейну. Канал должен иметь уклон по всей своей длине для обеспечения естественного тока воды. Деривационный канал может быть любой длины – от нуля (если напорный трубопровод начинается от водозабора) до нескольких километров.

Большинство экономически оправданных деривационных каналов – это открытые каналы, поскольку они могут строиться с малым уклоном и большим поперечным сечением и, следовательно, приводить к малым потерям напора воды.

Напорный бассейн служит для равномерной подачи воды в напорный трубопровод. Он обеспечивает затопленность напорного трубопровода водой (во избежание захвата воздуха и, соответственно, гидроудара по турбине) и режим подачи воды в трубопровод – регулируя изменяющийся объем потока воды. Вода в напорном бассейне должна быть спокойной, без бурунов и завихрений. Отверстие напорного трубопровода должно быть всегда затоплено водой (минимальное расстояние от отверстия напорного трубопровода до верхней отметки воды должно составлять не менее 30-40 см).

В напорном бассейне устанавливаются: сороудерживающая решетка (для защиты турбины от мусора, камней, веток и т.д.); затвор для регулирования подачи воды в напорный трубопровод и затвор для сброса воды и донных наносов. Размер напорного бассейна обычно определяется на основании технических требований к турбине.

Напорный трубопровод служит для подачи воды из напорного

бассейна к гидроагрегату. Он может быть металлическим, асбоцементным, пластмассовым, деревянным. Диаметр трубопровода должен строго соответствовать расходу воды. Напорный трубопровод можно закапывать в траншею, прокладывая по земле или располагать на опорах

Отводящий канал предназначен для отвода воды из отводящего тракта обратно в реку. Место впадения воды в реку должно быть укреплено бетоном или камнем для предотвращения размыва этого места. В некоторых случаях (в зависимости от конструкции ГЭС), на выходе отработавшей воды из отводящего тракта необходимо сооружение гасителя.

Гидромеханическое оборудование

Кроме гидротехнических сооружений в состав микроГЭС входят гидротурбины, гидрогенераторы и электрическая система управления.

Гидротурбина состоит из подводящего тракта непосредственно рабочего колеса, направляющего аппарата и отводящего тракта.

Подводящий тракт – это система организации подвода воды непосредственно к направляющему аппарату и рабочему колесу гидротурбины из напорного трубопровода. Он может содержать различные соединительные и регулировочные устройства (фланцы, задвижки).

Отводящий тракт – это система организации отвода воды из турбинной камеры для сброса ее в реку.

Типы гидротурбин:

Пропеллерные турбины (турбина Каплана)

Пропеллерная турбина имеет самую высокую быстроходность среди всех типов турбин. Что позволяет при малых скоростях потока получать более высокую скорость вращения. Высокие обороты турбины в свою очередь позволяют применять более быстроходные, а значит, более легкие и дешевые электрогенераторы или уменьшать расходы на передаточные устройства (редукторы или ременные системы передач). Поэтому пропеллерные турбины применяют при самых низких напорах, когда скорости потока невелики.

Радиально-осевые турбины (Турбина Френсиса)

Вода на рабочее колесо радиально-осевой турбины поступает с наружной стороны колеса и движется по радиусу к центру турбины. Пройдя между лопастями сложной пространственной изогнутой формы, вода отдает энергию ротору, заставляя его вращаться. Для правильной и равномерной подачи воды по всей окружности рабочего колеса, оно окружено спиральной камерой

Ковшовые турбины (Турбины Пелтона)

Этот тип турбин применяют при больших напорах. Напорный трубопровод заходит в здание гидроэлектростанции и заканчивается соплом, направляющим струю на рабочее колесо турбины. Струя воды, вылетающая из сопла, прокатывается по вогнутой поверхности ковша и изменяет направление своего движения на противоположное.

Передаточные устройства

Передаточные устройства необходимы для передачи вращательной энергии от турбины к генератору. Некоторые конструкции микро ГЭС предусматривают прямую передачу энергии посредством вала (рабочее колесо и ротор генератора находятся на одном валу). Другие системы передачи (ременные или редукторные), могут, как изменять передаточное число вращения рабочего колеса к ротору генератора, так и передавать его без изменений.

Электротехническое оборудование

Гидрогенератор – это генератор электрического тока, приводимый во вращение гидротурбиной. Обычно гидрогенератором является синхронный генератор, ротор которого соединён с гидротурбиной (напрямую или через передаточные механизмы). Также допустимо использование обыкновенного асинхронного электродвигателя в генераторном режиме, то есть вращение этого электродвигателя от гидротурбины будет тоже давать электрический ток, но в асинхронном режиме. Однако, такое их применение ограничивается тем, что они являются генераторами активной мощности и потребителями

реактивной мощности. Поэтому, асинхронные генераторы способны работать лишь в системе, где имеется источник реактивной мощности. Реактивная мощность поступает за счет конденсаторов, включенных параллельно нагрузке, либо с целью улучшения эксплуатационных свойств.

Принцип действия любого генератора основан на явлении электромагнитной индукции. Преобразование механической энергии двигателя (вращательной) в энергию электрического тока поясняет следующий рисунок 1.4

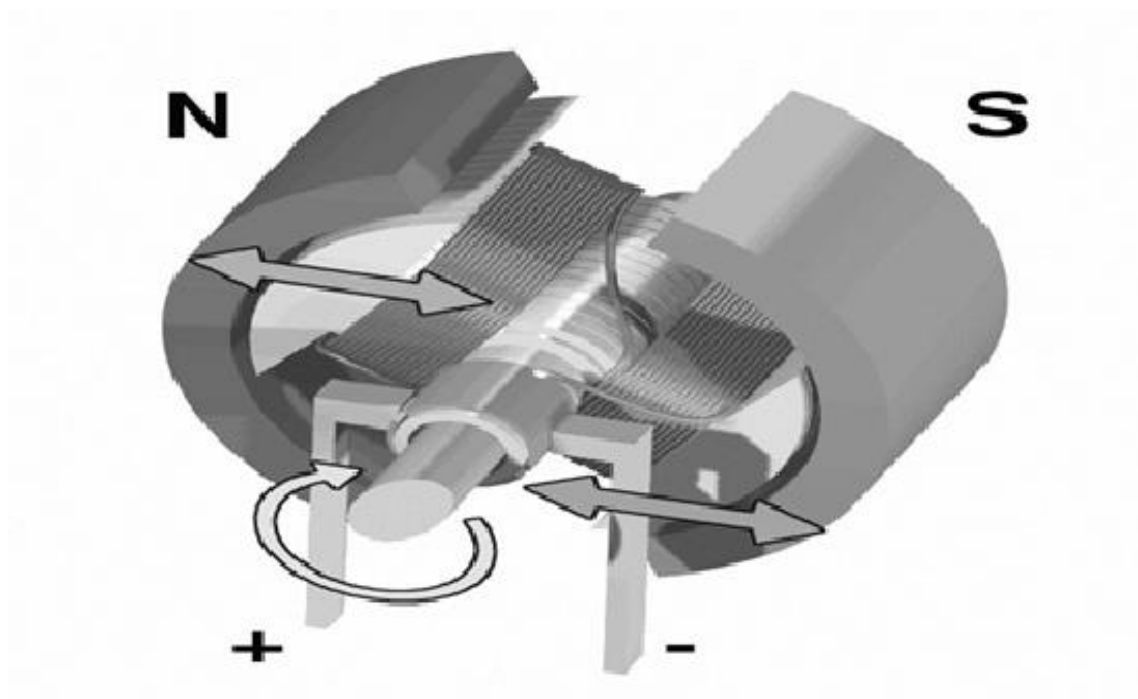


Рисунок 1.4 – Принцип действия генератора [23]

Если в однородном магнитном поле равномерно вращается рамка, то в ней возникает, переменная электродвижущая сила, частота которой равна частоте вращения рамки. Будем ли мы вращать рамку в магнитном поле, или магнитное поле вокруг рамки, либо магнитное поле внутри рамки, результат будет один – электродвижущая сила, изменяющаяся по гармоническому закону.

Балластная нагрузка

Под балластной нагрузкой следует понимать какую-нибудь дополнительную нагрузку, предусматривающую автоматическое

перераспределение электрической мощности между некоторыми потребителями, к примеру, различными бытовыми электроприборами (рис. 1.5)[1].



Рисунок 1.5 – Схема использования балластной нагрузки [1]

Достоинством балластной нагрузки является полное исключение электромеханических устройств из системы стабилизации частоты вращения турбины. Такая система регулирования может иметь высокое быстродействие, что положительно скажется на качестве выходного напряжения источника электропитания. Благодаря стабилизации частоты вращения гидрогенератора могут применяться общепромышленные генераторы, без большого запаса механической прочности ротора генератора[1].

Выбор сооружений зависит от места и схемы размещения микро ГЭС. Это определяются природными условиями, возможностями и желаниями будущего пользователя. Все эти вопросы имеют комплексный характер и включают в себя, как гидрологические параметры, так и электротехнические, строительные и экономические вопросы.

1.3 Крупные производители микроГЭС

В настоящее время многие фирмы производят переносные ГЭС различной мощности, рассчитанные на работу в различных диапазонах напора и расхода воды. Эти микро ГЭС просты в управлении и надежны в эксплуатации, не требуют постоянного обслуживающего персонала, могут быть смонтированы и пущены в действие людьми без специальной подготовки, обеспечивают электроэнергией необходимые бытовые приборы, могут быть использованы в условиях с передвижным (кочевым) характером работы. Рассмотрим некоторые примеры продукции известных фирм.

«МНТО ИНСЭТ»



Межотраслевое научно-техническое объединение основано в 1988 году и специализируется на разработке, серийном изготовлении, комплектной поставке и монтаже гидроагрегатов для малых ГЭС единичной мощностью до 5000 кВт и МикроГЭС мощностью от 3 до 100 кВт[3].

«МНТО ИНСЭТ» также производит обследование рек для выявления мест возможного строительства малых ГЭС, выполняет расчеты по обоснованию инвестиций, разрабатывает бизнес-планы, ТЭО и проектно-сметную документацию[3].

Основные технические характеристики микрогидроэлектростанций производства компании «ИНСЭТ» представлены ниже таблицами (1.1;1.1;1.3)[3]:

Таблица 1.1 – Микрогидроэлектростанции с пропеллерными турбинами:

Параметры	Тип МикроГЭС					
	МикроГЭС 10Пр		МикроГЭС 15Пр	МикроГЭС 50Пр		МикроГЭС 100Пр
Мощность, кВт	0,6-4,0	2,2-10,0	3,5-15,0	10,0-30,0	10,0-50,0	40,0-100,0
Напор, м	2,0-4,5	4,5-10,0	4,5-12,0	2,0-6,0	4,0-10,0	6,0-18,0
Расход, м ³ /с	0,07-0,14	0,10-0,21	0,10-0,30	0,3-0,8	0,4-0,9	0,5-1,2
Частота вращения, мин ⁻¹	1000	1500	1500	600	750	1000
Номинальное напряжение, В	230		400	230, 400		230, 400
Номинальная частота тока, Гц	50		50	50		50

Таблица 1.2 – Микрогидроэлектростанции с диагональной и ковшовой турбинами:

Параметры	Тип МикроГЭС		
	МикроГЭС 20ПрД	МикроГЭС 100К	МикроГЭС 200К
Мощность, кВт	10 - 20	до 100	до 180
Напор, м	8-18	40-250	
Расход, м ³ /с	0,08-0,17	0,015-0,060	0,015-0,100
Частота вращения, мин ⁻¹	1500	600; 750; 1000; 1500	
Номинальное напряжение, В	230,400	230 , 400	
Номинальная частота тока, Гц	50	50	

Таблица 1.3 – Комплектность подставки и массогабаритные характеристики микроГЭС с пропеллерными турбинами

п/п	Наименование	Габариты в упаковке ,мм	Масса в упаковке ,кг<
1.	МикроГЭС 10Пр		
1.1.	Энергоблок в составе турбины и генератора	2000 x700 x650	250
1.2.	Устройство автоматического регулирования УАР-10	640 x370 x1050	70
1.3.	Балластное устройство	300 x1060 x1120	80
1.4.	Водозаборное устройство(при необходимости)	1000x750x600	50
2.	МикроГЭС 50Пр		
2.1.	Энергоблок в составе турбины и генератора	3970x1000x740	1600
2.2.	Устройство автоматического регулирования (УАР-50М)	645x630x1470	200
2.3.	Блок балластной нагрузки (2шт):	300x1060x1260	170

PowerPal.



Канадская компания, успешно работающая с 1998 года. Выпускает микрогидроэлектростанции и распространяют их в более 80 странах мира.[2]

Продукция компании «PowerPal» представлены в таблицах (1.4;1.5)[2]:

Таблица 1.4 – Модель: МХГ-Т5

	MGN-T5			
Напор воды	11,5м	15м	18м	21м
Расход воды	36.2л/с	42л/с	45,6л/с	50л/с
Выходная мощность турбины	2,8кВт	4,2кВт	5,55кВт	6,25кВт
Выход генератора	2кВт	3кВт	4кВт	4,5кВт

Таблица 1.5 – Модель МХГ-Т8 и МХГ-Т16

	MGN-T8						MGN-T16					
Напор воды м.	24	26	28	30	32	34	24	26	28	30	32	34
Расход воды л/с	33,3	34,6	36	37,2	38,4	39,6	66,6	69,2	72	74,4	76,8	79,2
Вых. мощность кВт.	4,7	5,3	5,9	6,6	7,2	8	9,4	10,6	11,8	13,1	14,4	16
Турбина мощность кВт.	5,9	6,6	7,4	8,2	9	10	11,8	13,2	14,8	16,4	18	20

Fuchun Industry Development Co., Ltd

Китайская компания Fuchun Industry Development Co., Ltd основанная в 1978 году. Занимается производством комплектов энергетического оборудования, также имеются такие услуги как, проектирование, изготовление, монтаж, оперативное наблюдение и обучение[7].

Компания имеет способность производства 800 000 кВт гидроэнергетического комплектного оборудования в год. Спектр продукции включает: гидравлические турбины и генераторные установки, которые включают различные виды для соответствия напору воды 3-1300 м. Как например, турбины с осевым направлением потока или турбины Каплана,

капсульные турбины (капсульные турбины, капсульные гидротурбины с удлиненным валом), турбины Фрэнсиса, импульсные турбины (турбины Пельтона и Турго). В таблице 1.6 приведены характеристики продукции компании[7].

Таблица 1.6 – Продукция компании Fuchun

	Fuchun			
Напор воды	5м	8м	10м	12м
Расход воды	60л/с	180л/с	220л/с	340л/с
Выходная мощность турбины	2,8кВт	6,2кВт	11,6кВт	18кВт
Выход генератора	2кВт	6кВт	10кВт	15 кВт

В прайс листах не указаны цены на продукции, поэтому для сравнения стоимости были отправлены запросы, для предоставления данных рассматриваемых компаний. Данные с учетом логистики приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Стоимости комплектов микроГЭС

Компания	Мощность, кВт	Цена, тыс. руб.
«МНТО ИНСЭТ»	15	690
PowerPal.	15	950
Fuchun	15	720

Выше показаны микроГЭС передовых компании мира ИНСЕТ, PowerPal и Fuchun Industry Development Co., Ltd. Компании предоставляет комплектное оборудование в малых мощностях, до 50кВт. В состав комплекта входят энергоблок, балластная нагрузка, устройство автоматического регулирования и водозабор.

1.4 Применение микроГЭС в мире и Кыргызской Республике

Экономический потенциал гидроэнергетики в мире оцениваются в 8100 млрд кВт·ч, причем малые и микроГЭС составляют в общем экономическом потенциале ГЭС примерно 10%[4].

Общепризнанным лидером в развитии малой гидроэнергетики является Китай, где строительство малых ГЭС и микроГЭС ведется очень интенсивно. В январе 2009 г. информационное агентство «Синьхуа» сообщило, что общая мощность сельских ГЭС в Китае превысила 50 млн. кВт, их годовая выработка электроэнергии достигла 150 млрд. кВт·ч. Таким образом, сельские малые ГЭС и микроГЭС стали важной составной частью государственной системы снабжения страны электроэнергией[5].

В больших масштабах ведется строительство малых ГЭС и микроГЭС в Индии. К настоящему времени установленная мощность введенных в эксплуатацию малых ГЭС и микроГЭС 200 МВт, намечено строительство еще 4 тысяч таких ГЭС[4].

Хорошие традиции в использовании энергии малых рек существуют в Польше, где еще до начала Второй мировой войны работало 6800 малых ГЭС. Широкое распространение малые ГЭС и микроГЭС получили в Австрии, Финляндии, Норвегии, Швейцарии[13].

Вопросы воссоздания и развития малой гидроэнергетики в странах ЕС координируют Европейская комиссия по возобновляемой энергии и Европейская ассоциация малой гидроэнергетики (ESHА), которыми были разработаны и приняты «Директивы по возобновляемой энергии»[12].

В 2000 г. в ЕС было в эксплуатации 14488 малых и микроГЭС, в основном в Германии (42,8%), Франции (11,9%), Австрии (11,7%), Швеции (11,1%) и Италии (10,4%). Средняя мощность малых и микроГЭС в Европе составляла в 2000 г. около 700 кВт при общей установленной мощности

около 10 ГВт, то есть 9% от общих мощностей гидроэнергетики или около 2% от общей установленной мощности электрогенераторов[5].

Европа занимает лидирующие позиции в области малой гидроэнергетики и обладает лучшими на сегодняшний день современными технологиями. Азиатские страны, особенно Китай и Индия, постепенно становятся лидерами в области использования гидроэнергии. Современные достижения в области малой гидроэнергетики есть в Австралии и Новой Зеландии. Канада страна с большими традициями использования гидроэнергии, развивает малую гидроэнергетику с целью замены дорогих в эксплуатации дизельных генераторов в удаленных регионах страны. Рынки Южной Америки и Африки также имеют большой потенциал. В России положение с развитием малой гидроэнергетики значительно хуже. Ориентация в развитии отечественной гидроэнергетики исключительно на создание крупных электростанций привела к остановке и разрушению многих действующих малых ГЭС, ликвидации производства оборудования для них. В целом в России экономический потенциал малых и микро ГЭС составляет 200 млрд. кВт*ч, но используется он менее чем 1-2% [4].

Кыргызская Республика обладает большим потенциалом для развития гидроэнергетики. По объему формируемых на ее территории водных ресурсов республика занимает третье место среди государств СНГ. В стране насчитывается 251 крупных и средних реки, потенциал которых оценивается в 18.5 млн кВт мощности и более 1405–165 млрд кВт.ч электроэнергии, из которых используется менее 10%. Исследован гидроэнергетический потенциал практически всех рек. Большими запасами гидроэнергоресурсов обладают реки Наарын, Сара-Джаз, Кокемерен, Чаткал, Тар, Чу, Кара-Дарья и Чон-Наарын, у которых средние уклоны изменяются от 4 до 20 м на 1 км длины, а средняя удельная мощность составляет от 2230 до 5330 кВт/км. В электроэнергетической отрасли эксплуатируются 16 электрических станций с суммарной установленной мощностью 3.69 млн кВт, в том числе две

тепловые электростанции с установленной мощностью 0.72 млн кВт, 15 ГЭС с установленной мощностью 2.94 млн кВт. Более 75% электроэнергии вырабатывается ГЭС Нарынского каскада.[14]

Экономический потенциал гидроэнергетики Кыргызстана заметно превышает потенциал других, вместе взятых возобновляемых источников энергии. Потенциал малых рек и водотоков оценивается в 1.5 млн кВт мощности, а выработка может составить порядка 4–7 млрд кВт.ч в год.

Необходимо отметить, что около 90% малых водотоков сосредоточено в верхних и средних русловых участках, где в сельской и горной местности расположены рассредоточенные потребители, испытывающие наибольший дефицит электроэнергии. Один из наиболее эффективных способов развития электроэнергетики – использование потенциала малой и средней энергетики. Малая и средняя энергетика позволят повысить энергетическую безопасность страны, обеспечить электричеством население удаленных и труднодоступных районов. До строительства крупных ГЭС и создания энергосистем в республике насчитывалось около 200 малых станций. А сейчас действует 11 малых и около 20 микроГЭС.[12]

Вывод по первой главе

В этой главе были рассмотрены применение, характеристики, виды и распределение микроГЭС в мире. Также для сравнения были выбраны три наиболее подходящие компании производителей комплектов микроГЭС. Критериями выбора комплектов были: отзывы о надежности, стоимость, ремонтпригодность.

2 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДОТОКА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ОБЪЕКТА

2.1 Местонахождение и деятельность объекта

Данный объект расположен в Чуйской области с. Джыламыш, на северной стороне Кыргызской Республики. На высоте 1200 метров над уровнем моря. Горная местность, 33 км вдали от централизованной сети. Климат континентальный с сухим жарким летом и умеренно холодной зимой. Средняя температура июля 25°C . Осень сухая, с последующим резким переходом к зиме. Снежный покров непостоянный. Количество дней в году со снежным покровом 71, высота снежного покрова в среднем 21 см.

Объектом является, кошара, содержащая домашний скот, в количестве 30 коров и 100 овец. В каждый день два раза производится удой коров. В среднем удой составляет 250-300 литров молока. В последствии молоко раз в день, реализуется оператору местного завода ОАО «Аксут». Кошара обслуживается семьей состоящей из четырех человек, проживающих в летние время в доме рядом с кошарой. В кошару приезжают только в летний период времени. Так как в зимнее время, из-за большого снежного покрова отсутствует пастбище. Выгоднее держать скот в поселке. Объект с общей площадью 842 м^2 из них кошара 800 м^2 и дом 42 м^2 . План кошары и дома показан на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Рисунок объекта через программу Google Earth

2.2 Графики нагрузки

Для определения электрической нагрузки в объекте, составим список электроприемников с установленной мощностью. Таблица 2.1.

Таблица 2.1 – Электроприемники с установленной мощностью

Наименование электроприемников	Количество шт.	Мощность кВт
Электрический чайник	1	2,4
Электрическая плита	1	2
Телевизор	1	0,8
DVD плеер	1	0,2
Холодильник	1	0,6
Освещение, лампа накаливание	3	0,3
	18	0,15
Доильный аппарат	6	0,55
Водонагреватель	1	2
Стиральная машина	1	1,1
Розетки	25	0,1

В таблице 2.2 приведены исходные данные по установленному бытовому электрооборудованию с учетом K_c и $K_{\text{и}}$. Расчет электрических нагрузок необходим при выборе мощности микроГЭС.

Таблица 2.2 – Расчетные мощности

Наименование групп электропотребителей или отдельных электроприемников	Установленная (номинальная) мощность, кВт	Расчетные коэффициенты			Расчетная мощность	
		спроса K_c	использования $K_{\text{и}}$	мощности $\cos \varphi$	P , кВт	S , кВА

Продолжение таблицы 2.2

Электрический чайник	2,4	0,8	1	1	1,92	1,92
Электрическая плита	2	0,8	1	1	1,6	1,6
Телевизор	0,8	0,5	1	0,8	0,4	0,5
DVD плеер	0,02	0,5	1	0,8	0,01	0,0125
Холодильник	0,6	1	0,5	0,95	0,3	0,315789
Освещение, лампа накаливание	0,9	0,8	0,6	1	0,432	0,432
	2,7	0,8	0,6	1	1,296	1,296
Доильный аппарат	3,3	0,75	0,7	0,8	1,7325	2,165
Водонагреватель	2	0,6	0,8	1	0,96	0,96
Стиральная машина	1,1	1	0,8	0,8	0,88	1,1
Розетки	2.5		0,7	0,9	1.75	1.944
Итог	18.5				11.37	12.35

Расчетную активную мощность (кВт) каждой группы электроприемников определяют по формуле

$$P_p = \sum P_y * K_c * K_{и}. \quad (1)$$

где: K_c – коэффициент спроса [15]

$K_{и}$ – коэффициент использования [15]

P_y – установленная мощность

Полная мощность группы электроприемников, кВА:

$$S = \frac{P_p}{\cos\varphi}. \quad (2)$$

где: $\cos\varphi$ – коэффициент мощности [15]

P_p – расчетная активная мощность

Далее построим суточные графики активных и полных нагрузок для нашего объекта (таблица 2.3; 2.4; 2.5). Суточные графики активных и полных нагрузок в процентном соотношении для производственных

сельскохозяйственных потребителей. Для этого использовали типовой суточный график для производственных сельскохозяйственных потребителей из источника[8].

$$Q_{\text{рас}} = P_{\text{рас}} \cdot \operatorname{tg} \varphi \text{ ВАр.} \quad (3)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{1-\cos^2 \varphi}}{\cos \varphi} \quad (4)$$

$$S_{\text{рас}} = \sqrt{P_{\text{рас}}^2 + Q_{\text{рас}}^2} \text{ ВА.} \quad (5)$$

Таблица 2.3 – Процентное соотношение нагрузок весны

Весна	P%	Q%	S _{рас}	Q _{рас}	P _{рас}
0-1	35,00	25,00	4,16	5,31	3,98
1-2	35,00	25,00	4,16	5,31	3,98
2-3	35,00	25,00	4,16	5,31	3,98
3-4	35,00	25,00	4,16	5,31	3,98
4-5	40,00	30,00	4,77	6,18	4,55
5-6	45,00	40,00	5,47	7,44	5,12
6-7	50,00	50,00	6,18	8,73	5,69
7-8	60,00	60,00	7,41	10,48	6,82
8-9	75,00	75,00	9,27	13,10	8,53
9-10	90,00	90,00	11,12	15,72	10,23
10-11	100,00	100,00	12,36	17,47	11,37
11-12	80,00	80,00	9,89	13,97	9,10
12-13	60,00	60,00	7,41	10,48	6,82
13-14	65,00	65,00	8,03	11,35	7,39
14-15	70,00	70,00	8,65	12,23	7,96
15-16	70,00	70,00	8,65	12,23	7,96
16-17	65,00	65,00	8,03	11,35	7,39
17-18	60,00	60,00	7,41	10,48	6,82
18-19	60,00	60,00	7,41	10,48	6,82
19-20	60,00	55,00	7,32	10,05	6,82
20-21	55,00	45,00	6,62	8,78	6,25
21-22	50,00	40,00	6,01	7,91	5,69
22-23	40,00	35,00	4,85	6,56	4,55
23-24	35,00	30,00	4,24	8,33	3,98

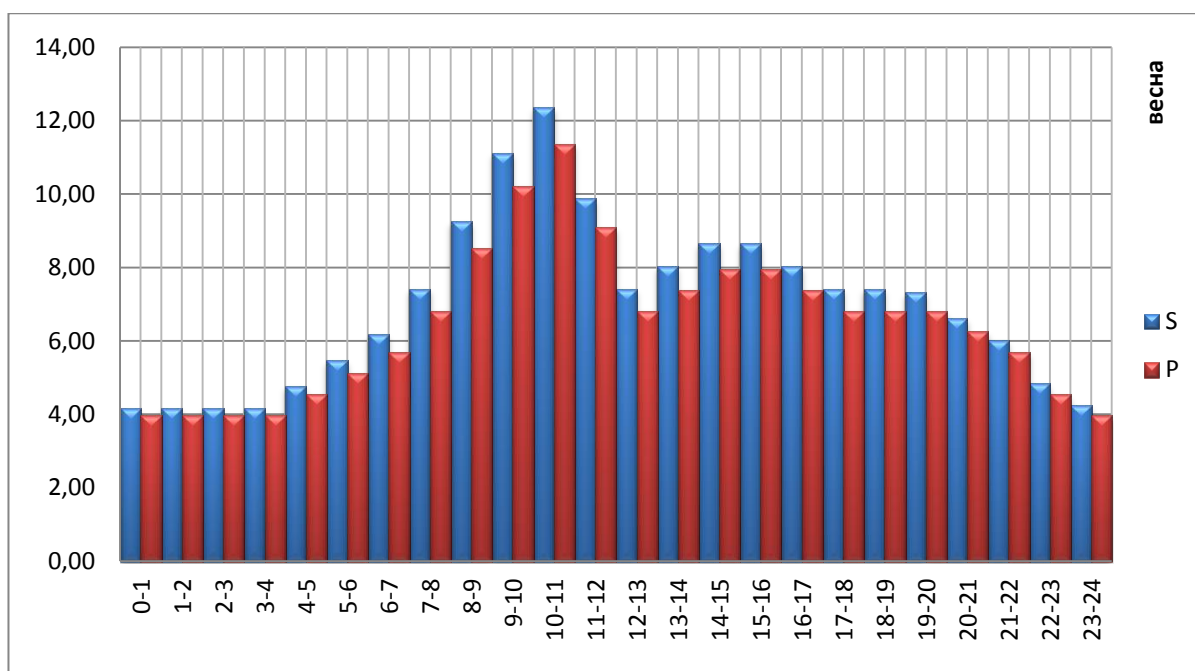


Рисунок 2.2 – Суточный график нагрузки для весны

Таблица 2.4 – Процентное соотношение нагрузок лета

Лето	P%	Q%	Spac	Qpac	Ppac
0-1	35	30,00	4,24	1,45	3,98
1-2	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98
2-3	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98
3-4	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98
4-5	40,00	30,00	4,77	1,45	4,55
5-6	50,00	40,00	6,01	1,94	5,69
6-7	60,00	60,00	7,41	2,9	6,82
7-8	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
8-9	80,00	80,00	9,89	3,87	9,10
9-10	90,00	90,00	11,12	4,36	10,23
10-11	100,00	100,00	12,36	4,84	11,37
11-12	80,00	80,00	9,89	3,87	9,10
12-13	55,00	55,00	6,8	2,66	6,25
13-14	55,00	55,00	6,8	2,66	6,25
14-15	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
15-16	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
16-17	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
17-18	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
18-19	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
19-20	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
20-21	55,00	55,00	6,8	2,66	6,25
21-22	50,00	45,00	6,09	2,18	5,69
22-23	40,00	40,00	4,94	1,94	4,55
23-24	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98

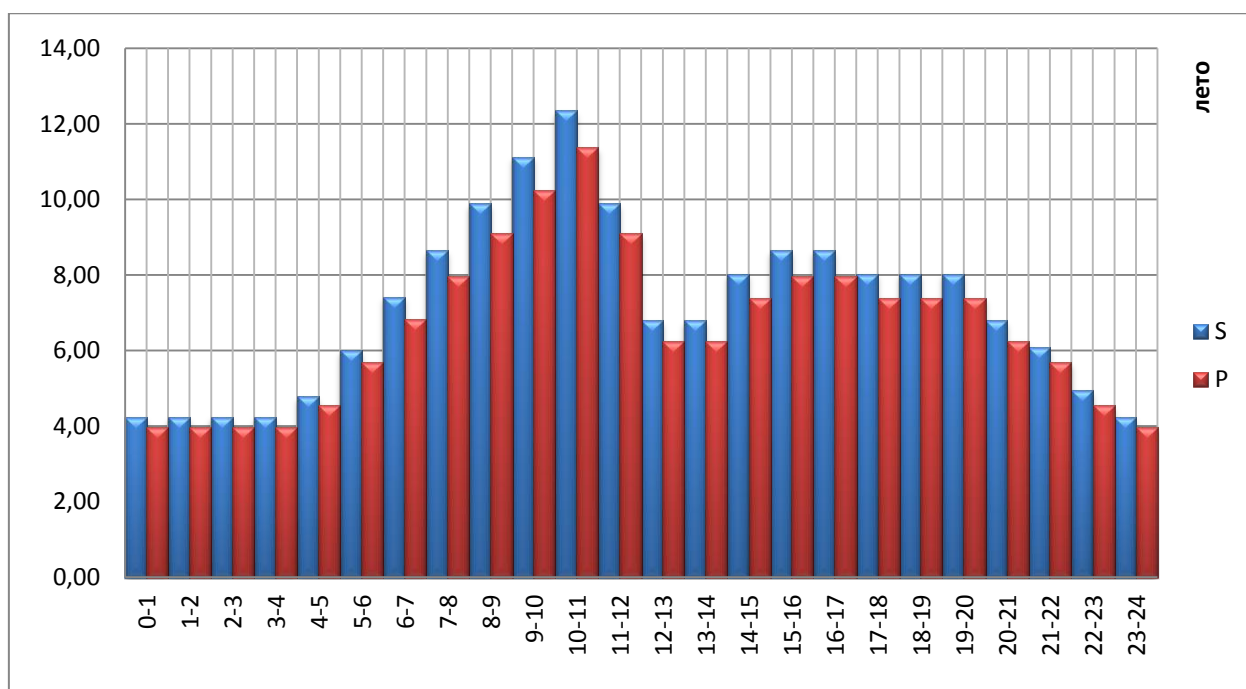


Рисунок 2.3 – Суточный график нагрузки для лета

Таблица 2.5 – Процентное соотношение нагрузок осени

Осень	P%	Q%	Spac	Qpac	Ppac
0-1	35,00	25,00	4,16	1,21	3,98
1-2	35,00	25,00	4,16	1,21	3,98
2-3	35,00	25,00	4,16	1,21	3,98
3-4	35,00	25,00	4,16	1,21	3,98
4-5	40,00	30,00	4,77	1,45	4,55
5-6	50,00	40,00	6,01	1,94	5,69
6-7	55,00	50,00	6,71	2,42	6,25
7-8	60,00	60,00	7,41	2,90	6,82
8-9	75,00	75,00	9,27	3,63	8,53
9-10	90,00	80,00	10,94	3,87	10,23
10-11	100,00	100,00	12,36	4,84	11,37
11-12	80,00	80,00	9,89	3,87	9,10
12-13	60,00	60,00	7,41	2,9	6,82
13-14	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
14-15	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
15-16	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
16-17	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
17-18	60,00	60,00	7,41	2,9	6,82
18-19	60,00	55,00	7,32	2,66	6,82
19-20	60,00	50,00	7,24	2,42	6,82
20-21	55,00	45,00	6,62	2,18	6,25
21-22	50,00	40,00	6,01	1,94	5,69
22-23	40,00	35,00	4,85	1,69	4,55
23-24	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98

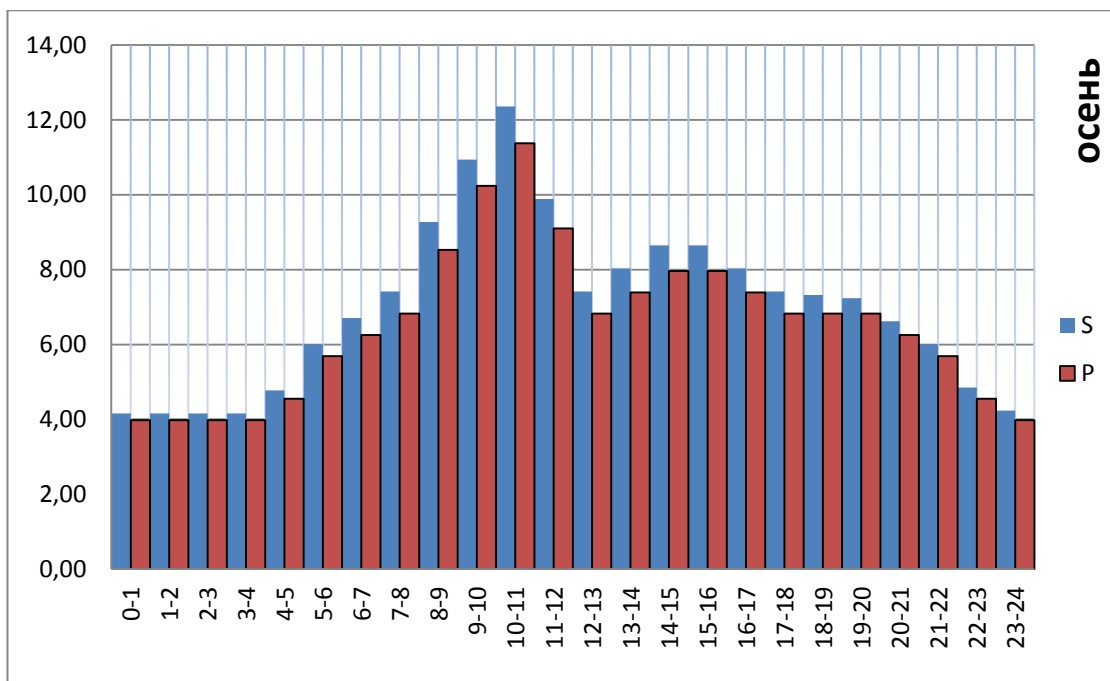


Рисунок 2.4 – Суточный график нагрузки для осени

Общее требуемое количество электрической энергии в течении года W , составляет:

$$W_{\text{год}} = \sum P_{\text{рас}} \cdot D \quad \text{кВт/ч} \quad (6)$$

где: D – количество дней

$$W_{\text{год}} = 471.86 \cdot 275 = 129760,13 \quad \text{кВт/ч}$$

Максимальная активная мощность в сутки $P_{\text{max}} = 11.37$ кВт, а минимальная $P_{\text{min}} = 3,98$ кВт

2.3 Гидротехнический потенциал водотока и схема построения микроГЭС

Рядом с объектом исследование протекает река под названием «Джыламыш». Река берет свое начало с северного склона кыргызского хребта, преимущественного смещенного ледниково-снегового и дождевого, родникового питания с наибольшим суммарным расходом, приходящимися на июнь-август. Расход воды составляет в среднем 1700 л/с. Скорость течения 2,5 м/с. В период половодья объем возникает до 2000 л/с, а в период маловодья объем сокращается до 1500 л/с. Общая длина реки 70 км.

Значительная часть стока реки используется для орошения сельскохозяйственных угодий.

Перепад высот данной местности определим с помощью программы Google Earth, рисунок 2.5

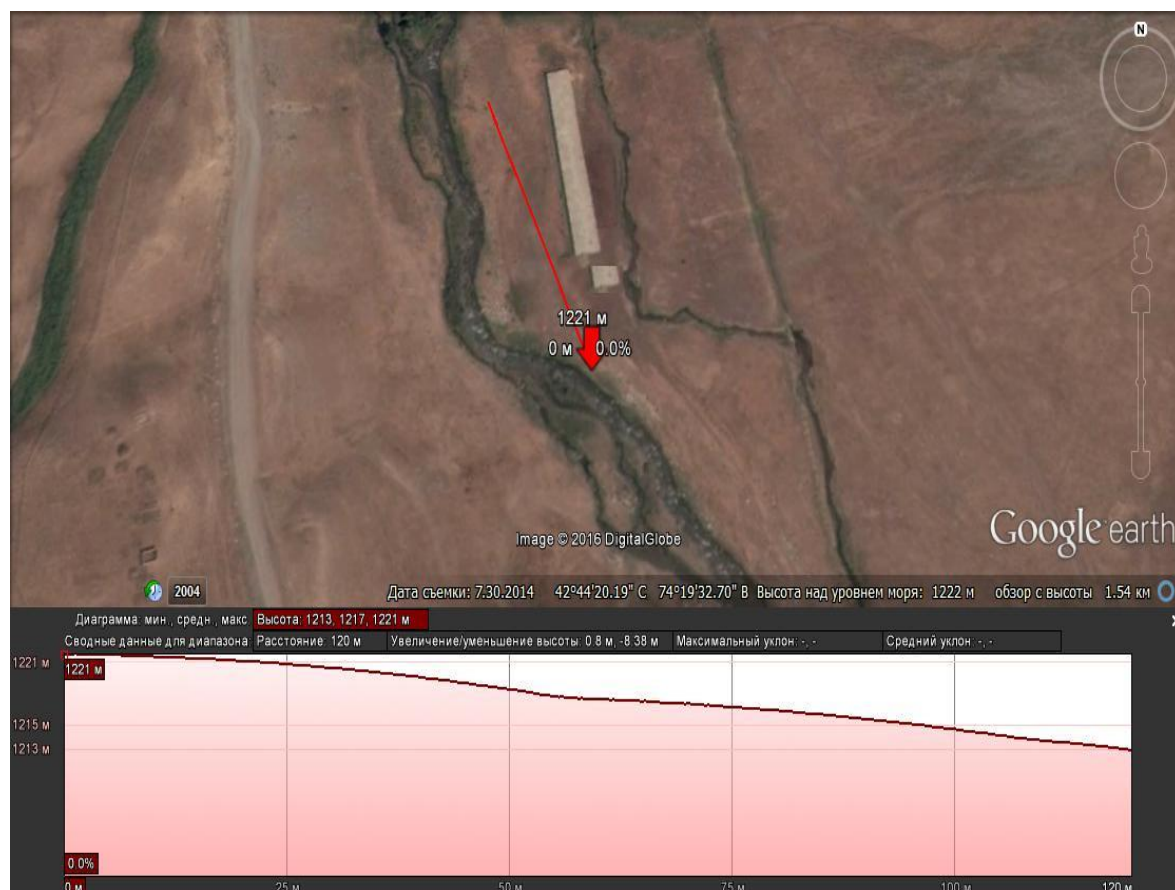


Рисунок.2.5 – Рельеф местности на месте прохождения водотока.

Приложения Google Earth показало, что можно получить 8 м перепада на расстоянии 120 м. А 7 м перепада на расстоянии 108 м.

При разности уровней h на длине участка l и расходе воды в реке Q мощность водотока будет определяться следующей формулой[6]:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,7 \cdot 8 = 133,4 \text{ кВт} \quad (7)$$

где: $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

h = разность уровней м.

$Q = \text{расход воды м}^3/\text{с}$

Мощность водотока составляет 133,4 кВт.

Рассмотренные условия местности, перепады высот соответствуют деривационному типу микроГЭС. На рисунке 2.6 показаны объект электрификации и расположение деривационной схемы.

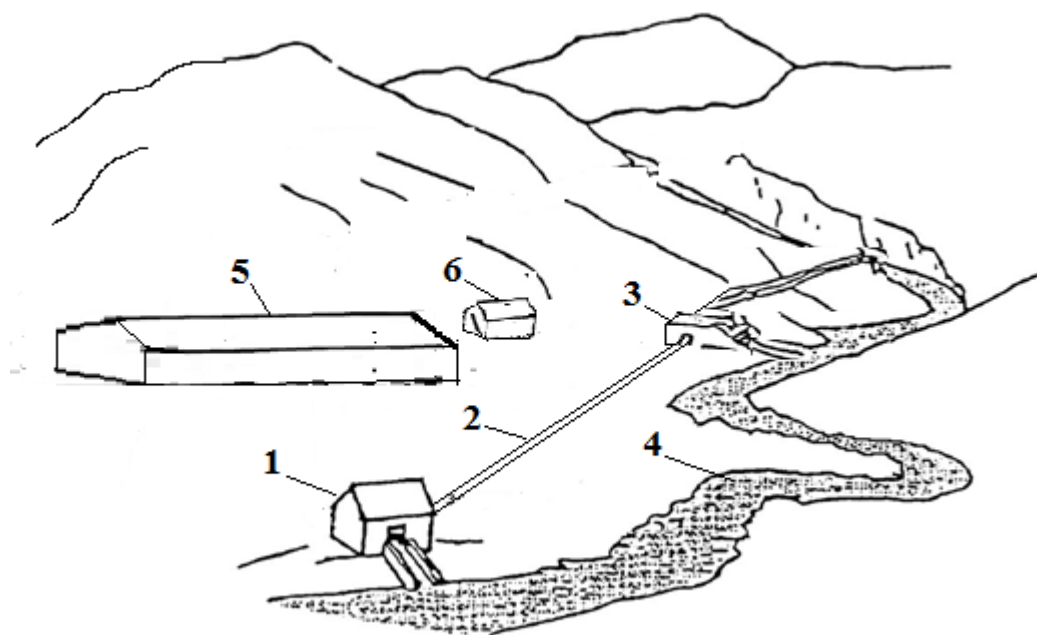


Рисунок 2.6 – Расположение деривационной схемы

1-Здание ГЭС; 2-Трубопровод; 3-Напорный бассейн; 4- Река; 5- Кошара; 6-Дом

Вывод ко второй главе

В этой главе рассмотрели объект электрификации, были построены графики электрических нагрузок. Требуемая максимальная мощность составляет 11,37 кВт. Возможность покрытия потребляемой мощности объекта обуславливается расчетом гидроэнергетического потенциала участка, который показал, что на данной местности возможно построение микроГЭС мощностью 100 кВт и больше. Изучение рельефа местности показал, что данный участок благоприятен для построение деривационного типа микроГЭС.

3 РАСЧЕТЫ МИКРОГЭС И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

3.1 Выбор оборудования

Важнейшими факторами выбора оборудования были надежность, условия эксплуатации, также стоимость и доступность (то есть наименьшие затраты на доставку). Всем этим факторам соответствует оборудование компании ИНСЕТ[3].

**Микрогидроэлектростанция мощностью 15 кВт
(МикроГЭС15Пр) общие сведения.**

Условия эксплуатации:

- Расход воды оборудования не превышает минимальный расход реки
- Максимальная электрическая нагрузка не превышает номинальную мощность оборудования
- температура воздуха, °С. В месте расположения энергоблока от -10 до +40; в месте расположения электрических шкафов от 0 до +40;
- относительная влажность воздуха в месте расположения электрических шкафов не более 98% при $t = + 25^{\circ} \text{C}$.

Гарантийный срок эксплуатации МикроГЭС 1 год со дня ее начала, но не более 1,5 лет со дня отгрузки при условии проведения шеф-монтажных и пуско-наладочных работ с участием специалистов фирмы и соблюдения правил транспортировки, хранения и эксплуатации.

Таблица 3.1 – Комплектность поставки[3]

Наименование	Масса, кг
Энергоблок	180
Блок балластной нагрузки ББН15	70
Устройство автоматического регулирования УАР15М/400	70
Водозаборное устройство	35

Технические данные МикроГЭС приведены в таблице 3.2

Таблица.3.2 - Технические данные МикроГЭС [3]

Параметр	МикроГЭС 15Пр	
Напор (нетто), м	1,75-3,5	3,5-7
Расход воды, м ³ /с	0,1-0,2	0,15-0,3
Вырабатываемая мощность, кВт	до 5,0	до 15
Частота вращения, об/мин	1000	1500
Напряжение, В	400(+25 -50)	
Частота тока, Гц	50 ± 2	
Диаметр рабочего колеса, мм	235	
Диаметр подводящего трубопровода, мм	300	

Требования к сети и нагрузке потребителя (нагрузка дана в процентах от фактически получаемой на микроГЭС):

- характеристика сети потребителя локальная, четырехпроводная, 3-х фазная;
- двигательная нагрузка ограничена;
- мощность каждого двигателя, % не более 10;
- суммарная мощность двигателей при установке дополнительных компенсирующих конденсаторов, % не более 30.

Конструкция

Энергоблок предназначен для выработки электроэнергии и состоит из гидравлической турбины и асинхронного двигателя, используемого в качестве генератора.

Блок балластной нагрузки предназначен для поглощения избыточной активной мощности МикроГЭС. ББН представляет собой шкаф внутри которого расположены термоэлектрические нагреватели.

Устройство автоматического регулирования предназначено для управления и защиты энергоблока. Оно обеспечивает возбуждение асинхронного генератора и автоматическое регулирование вырабатываемого им напряжения и частоты. УАР обеспечивает защиту от перегрузки, перенапряжения и короткого замыкания

Устройство водозаборное выполнено в виде сетчатого короба, внутри которого расположен водозаборный патрубок с запорным органом. Водозаборное устройство предназначено для предотвращения попадания в энергоблок плавающего мусора.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры указаны на рисунке 3.1.

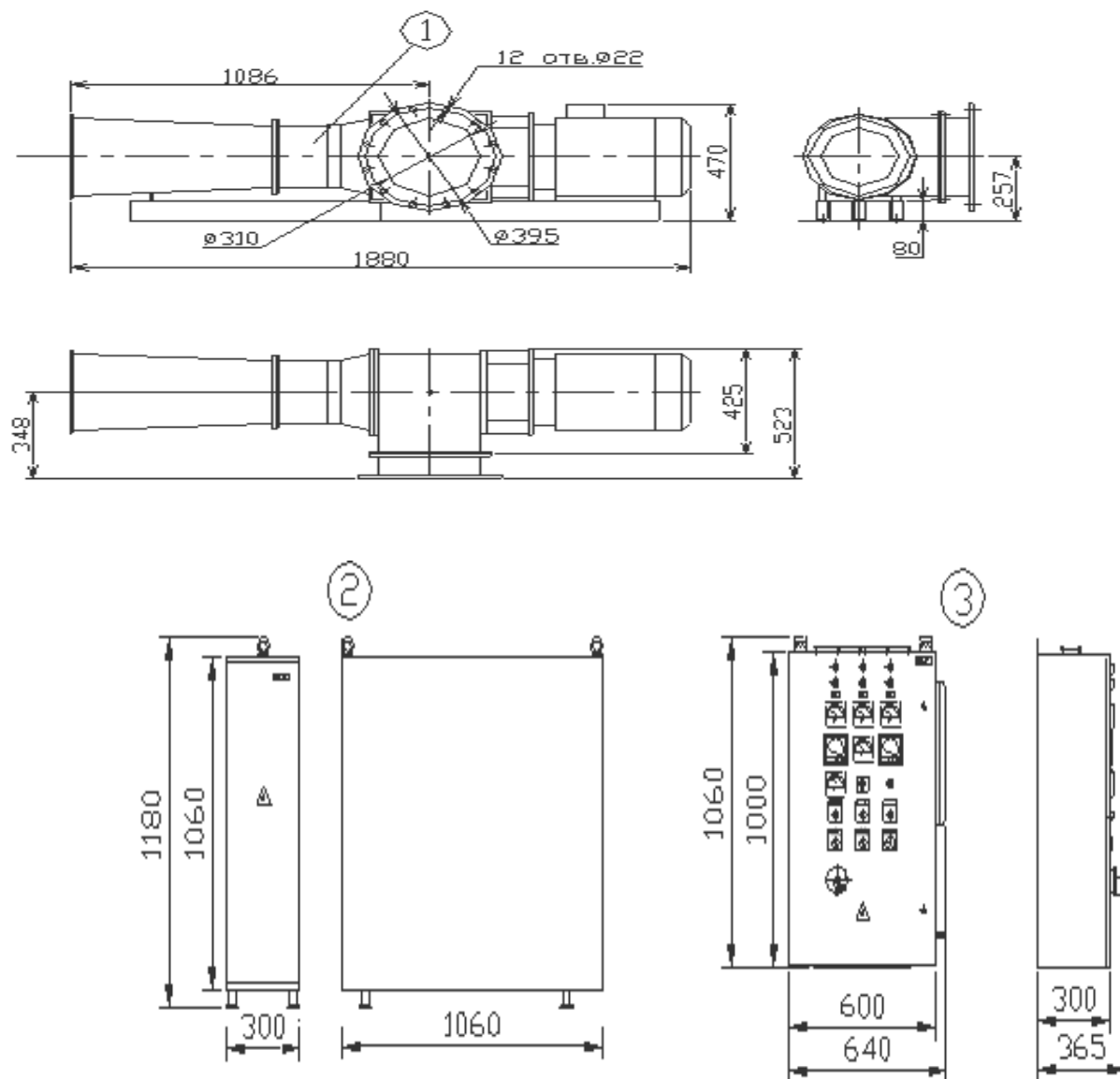


Рисунок 3.1 Габаритные, установочные и присоединительные размеры [3] Микро ГЭС 15Пр.

1 - Энергоблок, 2 - Блок балластной нагрузки ББН,
3 - Устройство автоматического регулирования УАР

Трубопровод должен обеспечивать подвод воды к энергоблоку с минимальными потерями напора. Как показывали местные условия, чтоб достичь 7м перепада для получения максимальной мощности, нам потребуется проводить трубопровод длиной 108 м.

Выбираем дополнительные сооружения для установки микроГЭС:

Таблица.3.3- Дополнительные сооружения для установки микроГЭС

Наименование	Назначение	Количество	Прочие
Кабель	Для передачи электроэнергии к потребителю	170 м	ВВГнг 4х16
Трубопровод	для подачи воды	108 м	из стали d=325/5
Вентиль	Для останова и пуска воды	2 шт.	металлический
Переходник		1шт	300×325
Бетон	Для водозабора (колодец) и для подготовительной площадки	5 м ³	M100
Арматурная сетка		12 м ²	d=20 мм
Опалубка		6 м	
Уголок	Для защиты от осадок, ветра и пыль	12 м	
Металлический профиль		22 м ²	
Ограждение	для защиты оборудования от посторонних лиц и животных	20 м	сетка рабица
Стойки для ограждения		8 шт	металлические

3.2 Строительно-монтажные работы по установке микроГЭС

Для обеспечения постоянно стабильного расхода воды построим не большой напорный бассейн из бетона, на верхнем уровне (рис3.2). Выбираем водостойкий бетон марки M100. Плотность смеси составляет 1900 кг/м³. С помощью опалубки строим водозабор длиной 2м, ширина 1м, высота 1,2м и толщина стен 0,15м внутри закладываем арматурные сетки. Расход 9,6м² арматурной сетки и 1,4м³ бетона= 2660кг.

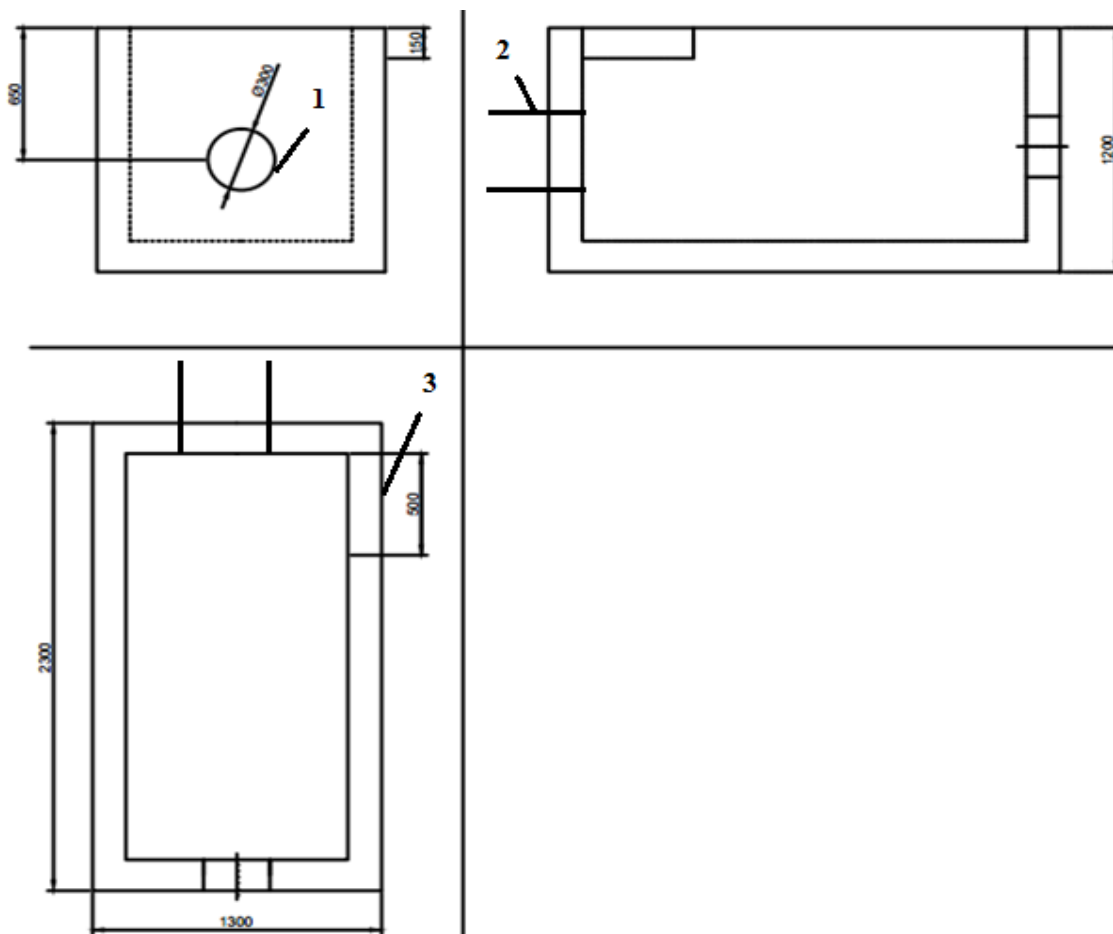


Рисунок 3.2 – План напорного бассейна:

1-Начало трубопровода; 2-Подача воды; 3-Канал для отвода воды

Трубопровод проводится от напорного бассейна до энергоблока (рис 3.3). Расстояние между ними 108 м. Требуемый диаметр трубопровода 300мм. Берем близкий по номиналу трубопровод из стали 325мм и устанавливаем в конце трубопровода переходник 325×300. Длина одной трубы составляет 6м. Чтобы протянуть на расстояние 108м потребуется 18шт. Соединение труб осуществляется методом газосварочных работ, трубопровод прокладываем под землей траншейным путем. В начале и в конце трубопровода устанавливается вентили для остановки и пуска воды.

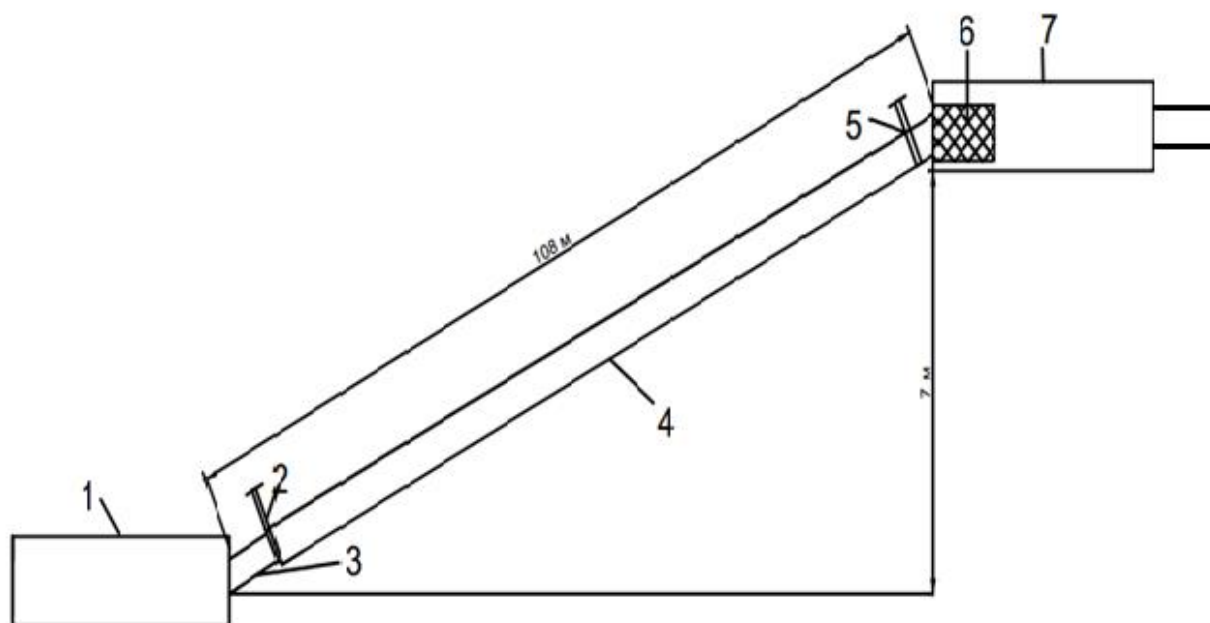


Рисунок 3.3 – План трубопровода:
1-Энергоблок; 2,5-Вентиль; 3-Переходник; 4-Трубопровод; 6-
Защитное сетка; 7-Напорный бассейн

Для установки энергоблока строится площадка которая приведена на рисунке 3.4. (Для этого используется такие материалы как бетон, арматурные сетки. Бетон марки М100 объем $3,5\text{ м}^3$ и $10,5\text{ м}^2$ арматурной сетки.

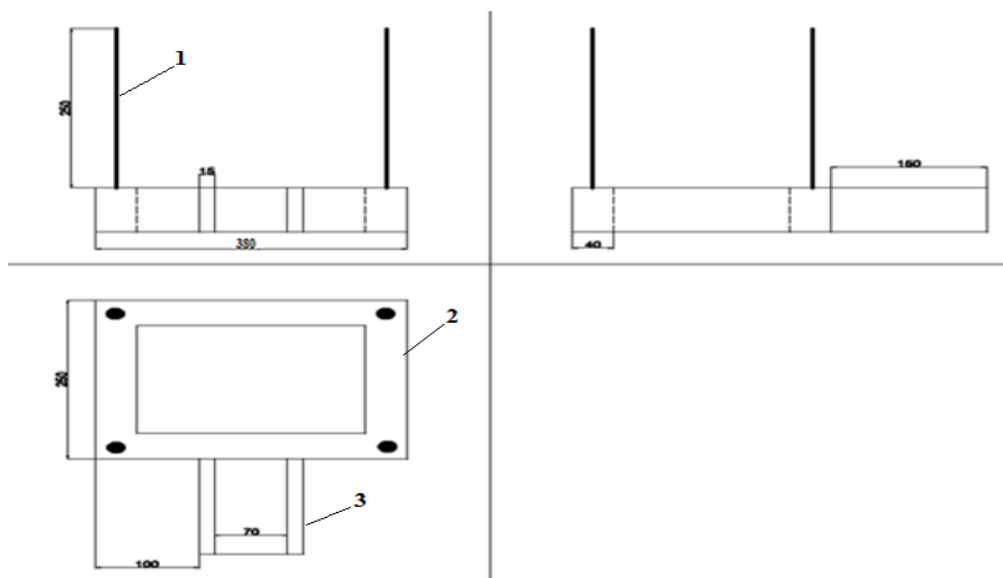


Рисунок 3.4 – План подготовительной площадки 1-Стойки для навеса; 2-
Фундамент; 3-Канал для отвода воды;

В рисунке 3.5 изображен план расположения внутри навеса.

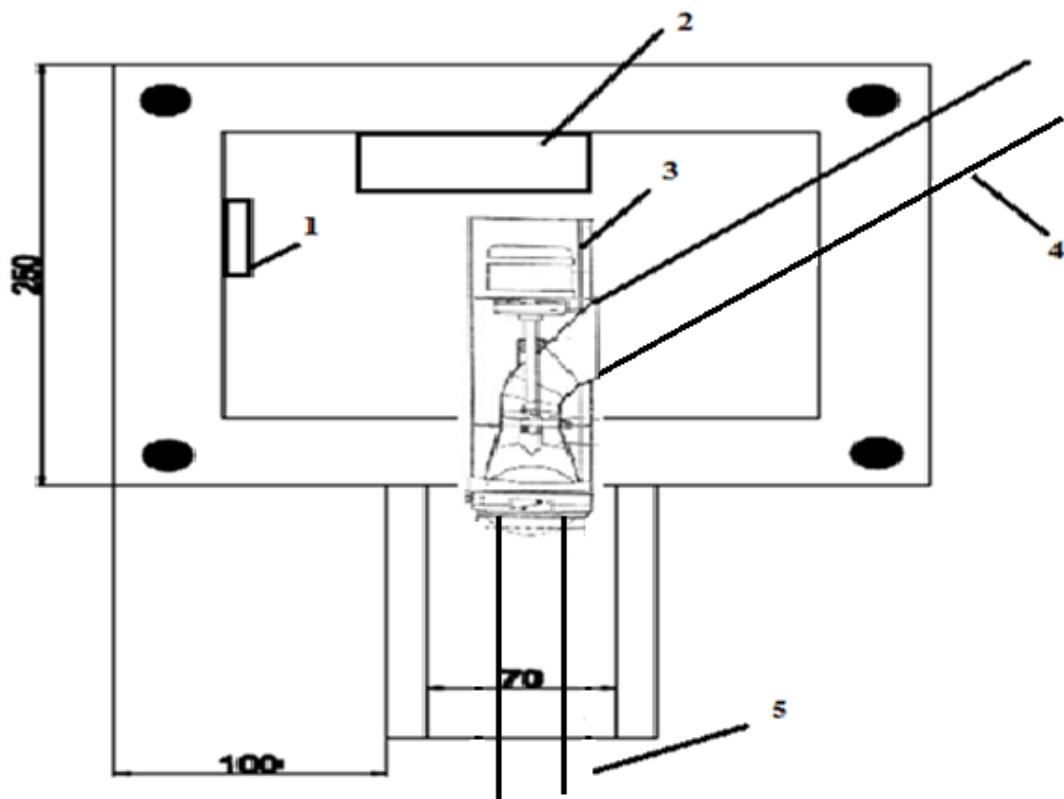


Рисунок 3.5 – План расположения 1-УАР; 2-ББН; 3-Энергоблок; 4- Канал для отвода воды; 5- Трубопровод

Протянем ограждение для защиты оборудования от посторонних лиц и животных . Для этого потребуется 8шт. металлических стоек, высотой по 2м и сетка рабица длиной 20м. Для защиты от осадков, ветра и пыли строим навес из металло-черепицы и металлических уголков.

Выбираем кабель для передачи электроэнергии, от энергоблока до объекта.

Выбор сечения кабеля от источника до объекта :

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_p}{J_{\text{ЭК}}}, \quad \text{мм}^2 \quad (8)$$

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{18,8}{1,6} = 11,75 \quad \text{мм}^2$$

где: $J_{\text{ЭК}}$ - предельная экономическая плотность для алюминиевых проводов принимаем 1,6 А/мм², так как продолжительность использования максимума нагрузки не превышает 3000 ч в год [9] .

I_p – расчетный ток

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} * U_H \cos \varphi} = \frac{11,37}{1,73 * 0,38 * 0,92} = 18,8 \text{ А} \quad (9)$$

где: P_p – расчетная активная мощность объекта, кВт

U_H – напряжение, В;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности;

$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S} = \frac{11,37}{12,35} = 0,92 \quad (10)$$

где: P_p – расчетная активная мощность объекта кВт;

S – полная мощность кВ·А;

Выбираем кабель марки ВВГнг 4х16 длиной 170 м.[10] /

В рисунке 3.7 представлена электрическая схема комплекта микроГЭС.

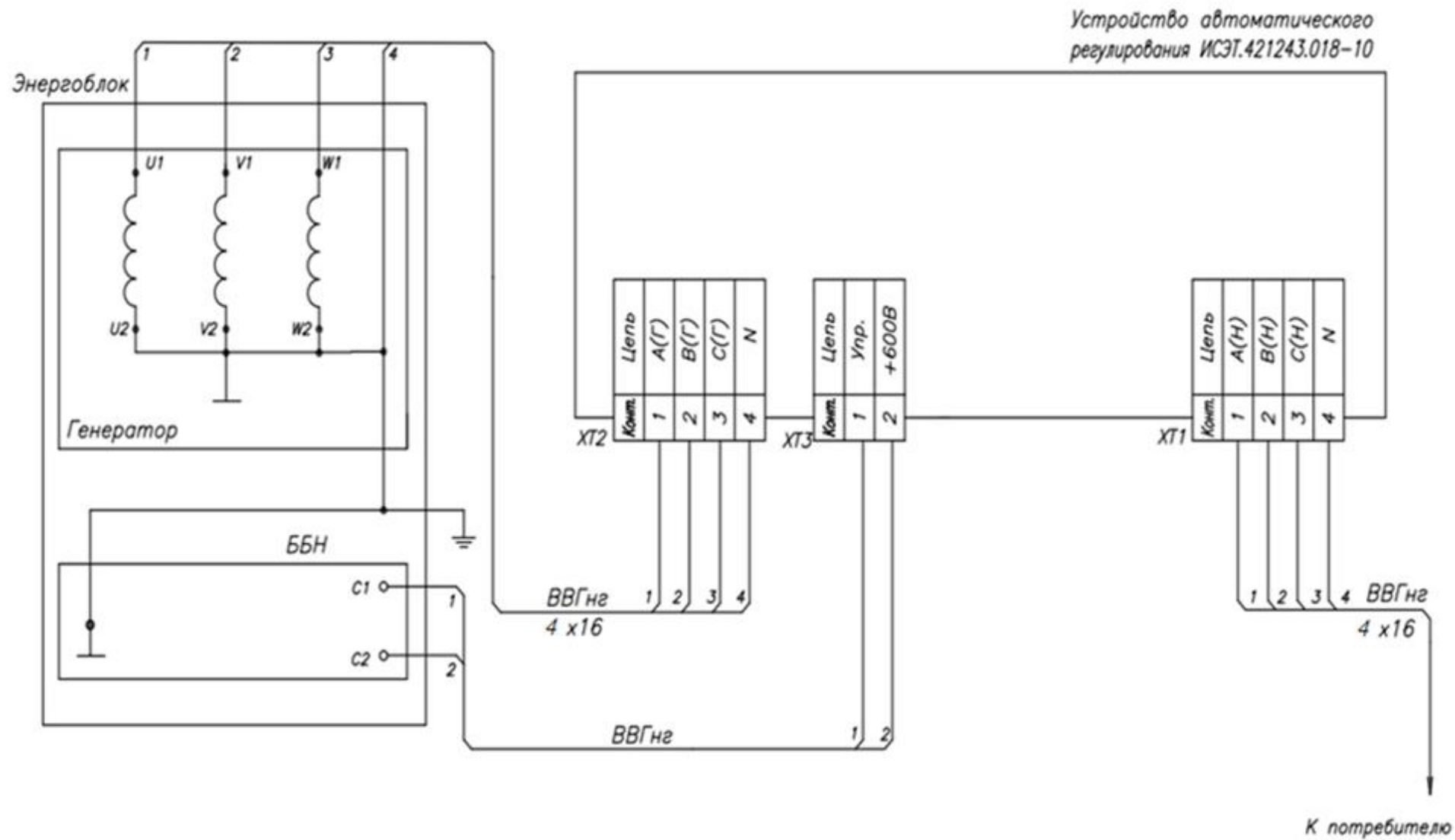


Рисунок 3.7 – Электрическая схема микроГЭС [3]

3.3 Внутреннее электроснабжение

Объект состоит из двух зданий: кошара и дом. Площадь кошары 800м^2 , а площадь дома 42м^2 . В кошаре имеется два раздела, поставим 1 распределительный щит. В каждом разделе по 8 пролетов и для каждого пролета понадобится по одной лампочке для освещения. В кошаре в общем установлены 16 розеток. Снаружи три лампы для внешнего освещения. В находящимся рядом доме, две комнаты. Для дома установлен один распределительный щит. Внутри 9 розеток, 2 лампы для освещения и снаружи 1 лампа

Для выбора проводов и автоматических выключателей рассчитываем установленные мощности и расчетные токи для кошары также для дома, таблица 3.4 и таблица 3.5.

Таблица 3.4-. Мощности на вводе в кошару

Наименование групп электропотребителей или отдельных электроприемников	Установленная (номинальная) мощность, кВт	Расчетные коэффициенты			Расчетная мощность	
		спроса K_c	использования $K_{\text{и}}$	мощности $\cos \varphi$	P, кВт	S, кВА
Освещение, лампа накаливание	$3 \cdot 0,3 = 0,9$	0,8	0,6	1	0,432	0,432
	$15 \cdot 0,15 = 2,25$	0,8	0,6	1	1,08	1,08
Доильный аппарат	$6 \cdot 0,55 = 3,3$	0,75	0,7	0,8	1,7325	2,165
Розетки	$16 \cdot 0,1 = 1,6$		0,7	0,9	1.12	1.24
Итого	8,5				4,364	4,921

Таблица 3.5 - Мощности на вводе в дом

Наименование групп электропотребителей или отдельных электроприемников	Установленная (номинальная) мощность, кВт	Расчетные коэффициенты			Расчетная мощность	
		спроса K_c	использования $K_{\text{и}}$	мощности $\cos \varphi$	P, кВт	S, кВА
Электрический чайник	2,4	0,8	1	1	1,92	1,92
Электрическая плита	2	0,8	1	1	1,6	1,6
Телевизор	0,8	0,5	1	0,8	0,4	0,5
DVD плеер	0,02	0,5	1	0,8	0,1	0,125
Холодильник	0,6	1	0,5	0,95	0,3	0,315789
Освещение, лампа накаливание	2,7	0,8	0,6	1	0,216	0,216
Водонагреватель	2	0,6	0,8	1	0,96	0,96
Стиральная машина	1,1	1	0,8	0,8	0,88	1,1
Розетки	2,5		0,7	0,9	0,63	0,7
Итого	18,5				7,006	7,44

Расчеты выбора автоматического выключателя и проводов
внутреннего электроснабжения для объекта:

Коэффициент мощности на вводе в объект:

$$\cos \varphi = \frac{\sum P_p}{\sum S} = \frac{11,37}{12,35} = 0,92. \quad (9)$$

где: P_p – расчетная активная мощность на вводе в объект равен 11,37 кВт.

Расчеты токов на вводе в объект

$$I_p = \frac{\sum P_p}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi} = \frac{11,37}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,92} = 18,8 \text{ A}. \quad (10)$$

$$I_{\text{авар}} = 1,5 \cdot I_p = 1,5 \cdot 18,8 = 28,2 \text{ A} \quad (11)$$

Выбираем автоматический выключатель типа ВА57-35-X4 с номинальным током 20 А.

Коэффициент мощности на вводе в кошару:

$$\cos\varphi = \frac{\Sigma P_p}{\Sigma S} = \frac{4,364}{4,921} = 0,88.$$

Расчеты токов на вводе в кошару:

$$I_p = \frac{\Sigma P_p}{\sqrt{3} \cdot U_n \cos\varphi} = \frac{4,364}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,88} = 7,5 \text{ А.}$$

$$I_{\text{авар}} = 1,5 \cdot I_p = 1,5 \cdot 7,5 = 11,25 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель типа ВА57-35-X4 с номинальным током 16 А[16].

Коэффициент мощности на вводе в дом:

$$\cos\varphi = \frac{\Sigma P_p}{\Sigma S} = \frac{7,006}{7,44} = 0,94.$$

Расчетный ток на вводе в дом:

$$I_p = \frac{\Sigma P_p}{\sqrt{3} \cdot U_n \cos\varphi} = \frac{7,006}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,94} = 11,3 \text{ А.}$$

$$I_{\text{авар}} = 1,5 \cdot I_p = 1,5 \cdot 11,3 = 16,95 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель типа ВА57-35-X4 с номинальным током 16 А[16].

Устанавливаем на вводе в объект счетчик электроэнергии марки НЕВА 301S0 для измерения активной и реактивной энергии[13].

Характеристики счетчика в приложении Б

Выбор сечения проводов производится по экономической плотности тока. Экономически целесообразное сечение определяем из выражения:

$$F_{\text{эк}} = \frac{I_p}{J_{\text{эк}}}, \quad (12)$$

где: I_p – расчетный ток

$J_{\text{эк}}$ - предельная экономическая плотность для алюминиевых проводов принимаем $1,6 \text{ А/мм}^2$, так как для продолжительность использования максимума нагрузки не превышает 3000 ч в год[9].

Выбор сечения проводов для внутреннего электроснабжения:

$$F_{\text{эк}} = \frac{7,5}{1,6} = 4,69 \text{ мм}^2$$

Выбираем провод марки ППВ 3х6 для дома длиной 80 м, для кошары ППВ 3х6 длиной 320м. [10]. В таблице 3.6 приведены выбранные устройства, необходимые для внутреннего электроснабжения.

Таблица 3.6 – Устройства для внутреннего электроснабжения.

Наименование	Тип, марка	Количество, длина	Прочие
Автоматические выключатели	ВА57-35-X4	1шт.	$I_{\text{ном}}=20 \text{ А}$
	ВА57-35-X4	3шт.	$I_{\text{ном}}=16 \text{ А}$
Счетчик	НЕВА 301S0	1шт.	5 – 100 А
Провода	ППВ 3х6	400 м	
Розетки		25шт.	
Лампа накаливания		19шт.	150 Вт.
		3шт.	300 Вт.
Выключатели освещение		2шт.	Двухклавишный
		4шт.	Одноклавишный

В рисунке 3.7 показано план распределения устройств кошары и дома.

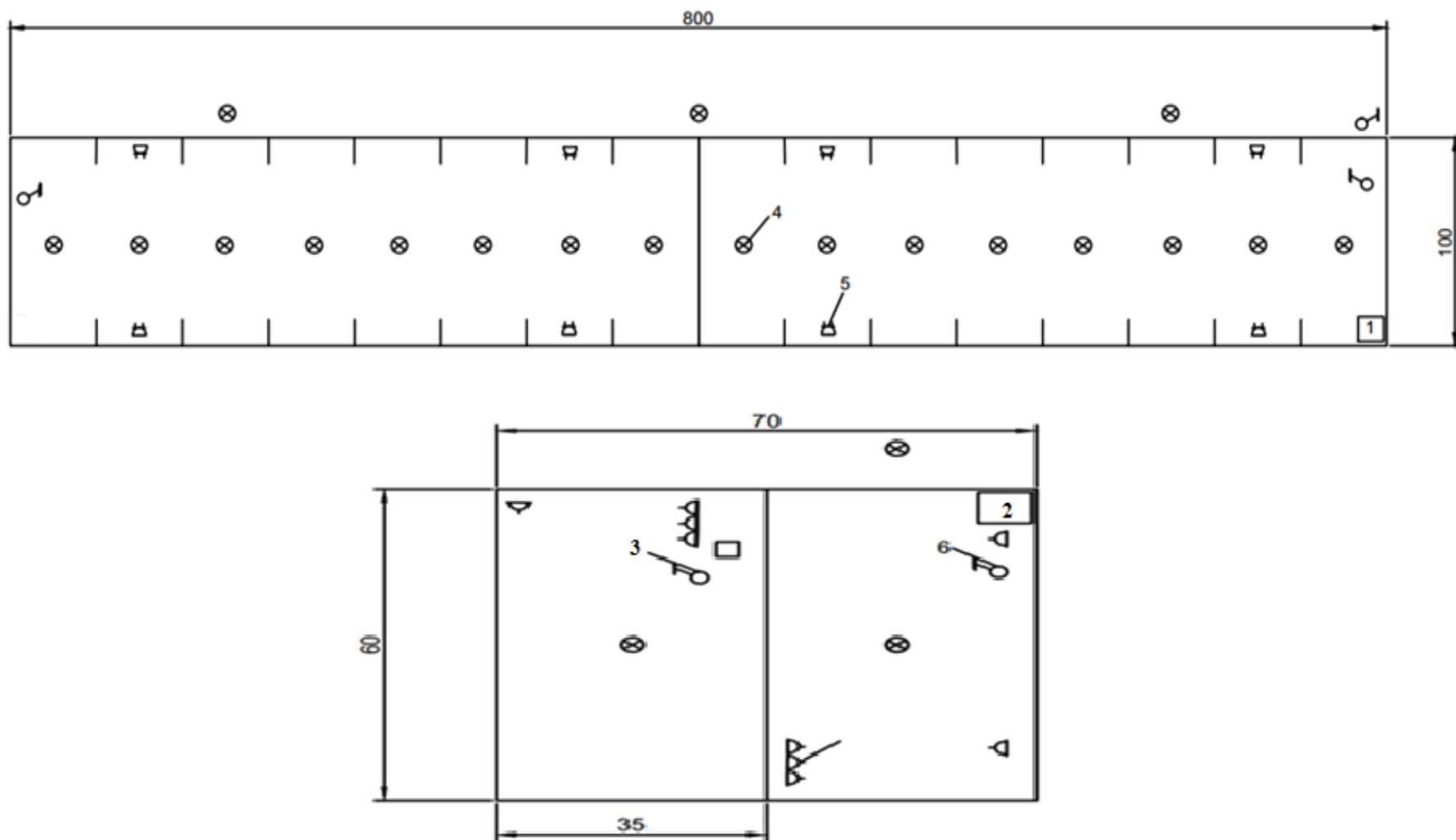


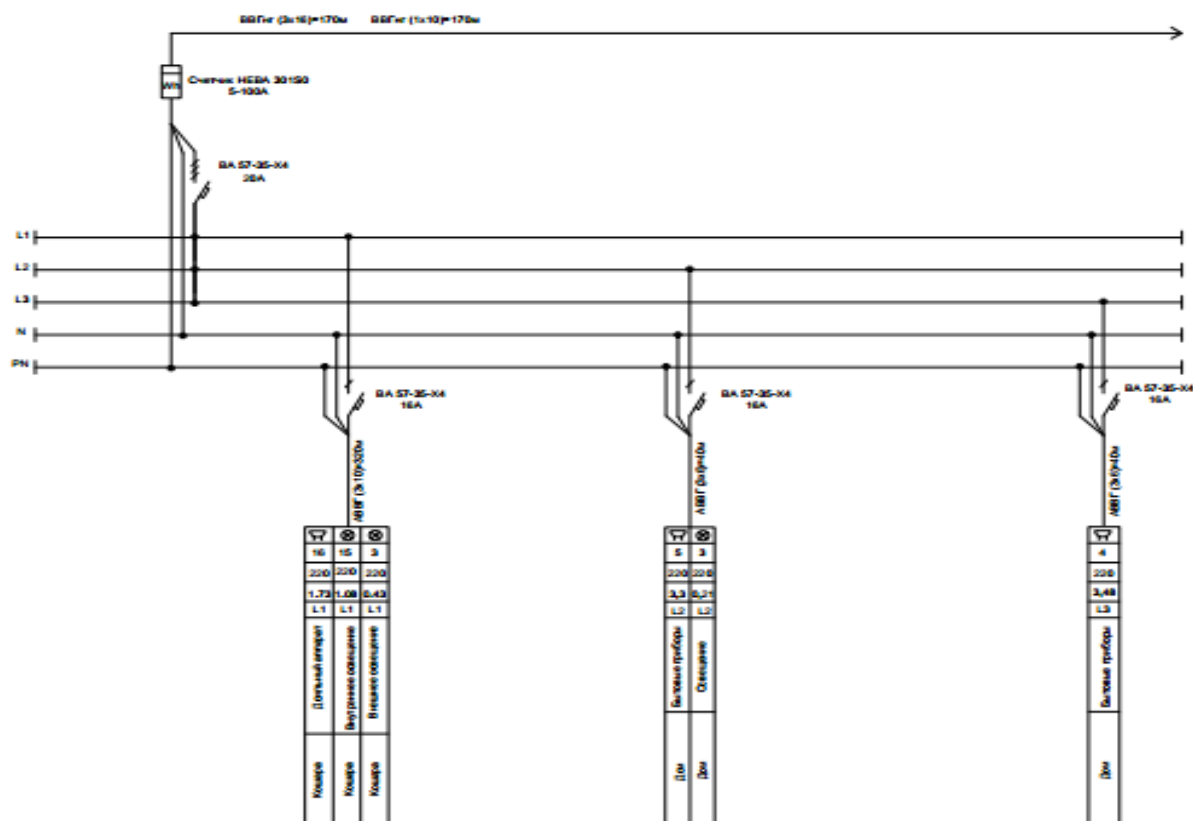
Рисунок 3.8 – План распределения устройств кошары и дома

1-Распределительный щит (внутри два выключателя и счетчик электроэнергии); 2-Вводный щит (внутри два выключателя); 4-Лампа накаливания; 5-Розетка; 6,3-одноклавишный и двухклавишный выключатель

3.4 Разработка электрической схемы электроснабжения

При разработке электрической схемы первоочередным была ее надёжность. На рисунке 3.9 показана электрическая схема внутреннего электроснабжения.

<p>Марка кабеля Сечение питающей линии Длина линии, м</p>
<p>Тип счетчика</p>
<p>Тип вводного автомата, номинальный ток автомата</p>
<p>Тип автомата, номинальный ток автомата</p>
<p>Марка и сечение кабеля Длина, м</p>
<p>Условные обозначения</p>
<p>Количество, шт</p>
<p>Напряжение, В</p>
<p>Расс, кВт</p>
<p>Фазы</p>
<p>Наименование электрооборудования</p>
<p>Наименование помещений</p>



					ДП-ФЮРА.		
					Дат.	Масса	Массовый
Имя, Фамилия	№ документа	Получено	Дата	Система заштороснабжения			
Разработчик	Выполнение: А.Б.						
Проверка	Формат: А.Б.						
				Система заштороснабжения на основе микроЭВМ	Датум 2	Датум	
					ТПУ	ЭНИН	
					Группа	5.AM4K	

Рисунок 3.9 – Электрическая схема внутреннего электроснабжения

Вывод по третьей главе

В данном разделе был выбран комплект компании ИНСЕТ так как доставка комплектов других компаний обойдется дороже. Связи с отсутствием филиалов вблизи объекта. Также были выбраны дополнительные сооружения для построения микроГЭС по деривационной схеме. Далее определены строительно-монтажные работы по установке микроГЭС. После была построена электрическая схема системы электроснабжения. По электрической схеме были выбраны сечения проводов и коммутационные оборудования.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Темой проектно-исследовательской работы является «Система электроснабжения на основе микрогидроэлектростанции».

Цель проектно-исследовательской работы является автономное электроснабжения потребителя на основе микрогидроэлектростанции.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности ПИР, оценка его эффективности, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет проекта;
- произвести оценку ресурсной и экономической эффективности исследования.

4.1 Технико-экономическое обоснование проектно-исследовательской работы

Исследовательская работа ограничено сроком выполнения и бюджетом. В данной исследовательской работе решает возможности электроснабжения потребителя на основе микрогидроэлектростанции.

Потенциальным потребителям электроэнергии является объект удаленный от централизованной электрической сети.

Проведем SWOT-анализ ПИР. Классический SWOT–анализ предполагает определение сильных и слабых сторон в деятельности проекта, потенциальных внешних угроз и благоприятных возможностей и их оценку в баллах относительно среднеотраслевых показателей или по отношению к данным стратегически важных конкурентов.

Методология SWOT-анализа предполагает, во-первых, выявление внутренних сильных и слабых сторон проекта, а также внешних

возможностей и угроз, и, во-вторых, установление связей между ними. В таблице представлены основные факторы, которые целесообразно учитывать в SWOT-анализе проектируемого объекта:

Таблица 4.1 - SWOT-анализ проекта

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Метод, описанный в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность; С2. Возможность применения данного метода, для удаленных регионов; С3. Актуальность метода; С4. Наличие опытного руководителя.	В1. Простая адаптация научного исследования под иностранные языки; В2. Поддержка правительства: Стратегия устойчивого развития КР на период 2013-2017 годы
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Слабая популяризованность возобновляемых источников энергии	У1. Отсутствие спроса на новый метод;

Таким образом, в ходе SWOT-анализа удалось выявить в большей степени преимущества ПИР (сильные стороны), нежели проблемы. Особым преимуществом исследования является его выполнение в рамках приоритетов стратегия устойчивого развития КР на период 2013-2017 годы.

В целом ПИР не имеет коммерческого потенциала, который может быть рассмотрен лишь в рамках возможного получения субсидии на проведение исследования заинтересованных лиц, местных сообществ, администрации.

4.2 Планирование работ ПИР

Для реализации исследования необходимо реализовать спектр задач, связанных с научными, техническими и экономическими проблемами. Основные решаемые в данной работе задачи указаны в таблице 1.

При организации процесса реализации конкретной работы необходимо оптимально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

На начальном этапе составляется полный перечень проводимых работ, и определяются их исполнители и оптимальная продолжительность. Результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации исследования. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 4.2

Таблица 4.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Этапы работы	Должность исполнителя	№ работы	Загрузка исполнителей
Составление и утверждение задания ТЗ	НР	1	НР – 100%
Анализ электрического потребителя	НР, М	2	НР – 30% М – 70%
Изучение рельефа местности	НР, М	3	НР – 30% М – 70%
Изучение рельефа местности	НР, М	4	НР – 30% М – 70%
Определение гидроэнергетического потенциала	НР, М	5	НР – 20% М – 80%
Закупка оборудования	НР, М	6	НР – 20% М – 90%
Доставка оборудования	НР, М	7	НР – 10% М – 90%
Строительно-монтажные работы	М	8	М – 100%
Сдача ПИР	М	9	М – 100%

4.2.2 Продолжительность этапов работ

Для успешной работы и управления проектом нужно провести ряд мероприятий, которые должны быть запланированы и занесены в календарный план. Такой план – это результат взаимодействий и договоренностей между всеми участниками проекта. Основные элементы календарного плана: перечень получаемых работ и их сроки, исполнители, логические взаимоотношения между всеми видами работ, а также стоит учесть возникновение ситуаций (внешние ограничения, задержки

оборудования, поломки), при которых проект может быть приостановлен. Все данные по проекту занесены в таблицу 4.1. Для наглядного представления процесса проекта построен график Ганта (см. Рисунок 4.2)

Таблица 4.3 – Календарный план проекта

Этап проекта	Начало	Длительность	Задержка	Конец
Согласование ТЗ, получение требований к проекту	01.03.2016	1	0	01.03.2016
Анализ электрического потребителя	02.03.2016	6	0	08.03.2016
Изучение рельефа местности	09.03.2016	7	0	16.03.2016
Определение гидроэнергетического потенциала	13.03.2016	7	5	25.03.2016
Закупка оборудования	25.мар	2	0	27.03.2016
Доставка оборудования	27.03.2016	10	0	06.04.2016
Строительно-монтажные работы	06.04.2016	5	7	18.04.2016
Сдача проекта.	18.04.2016	1	0	18.04.2016

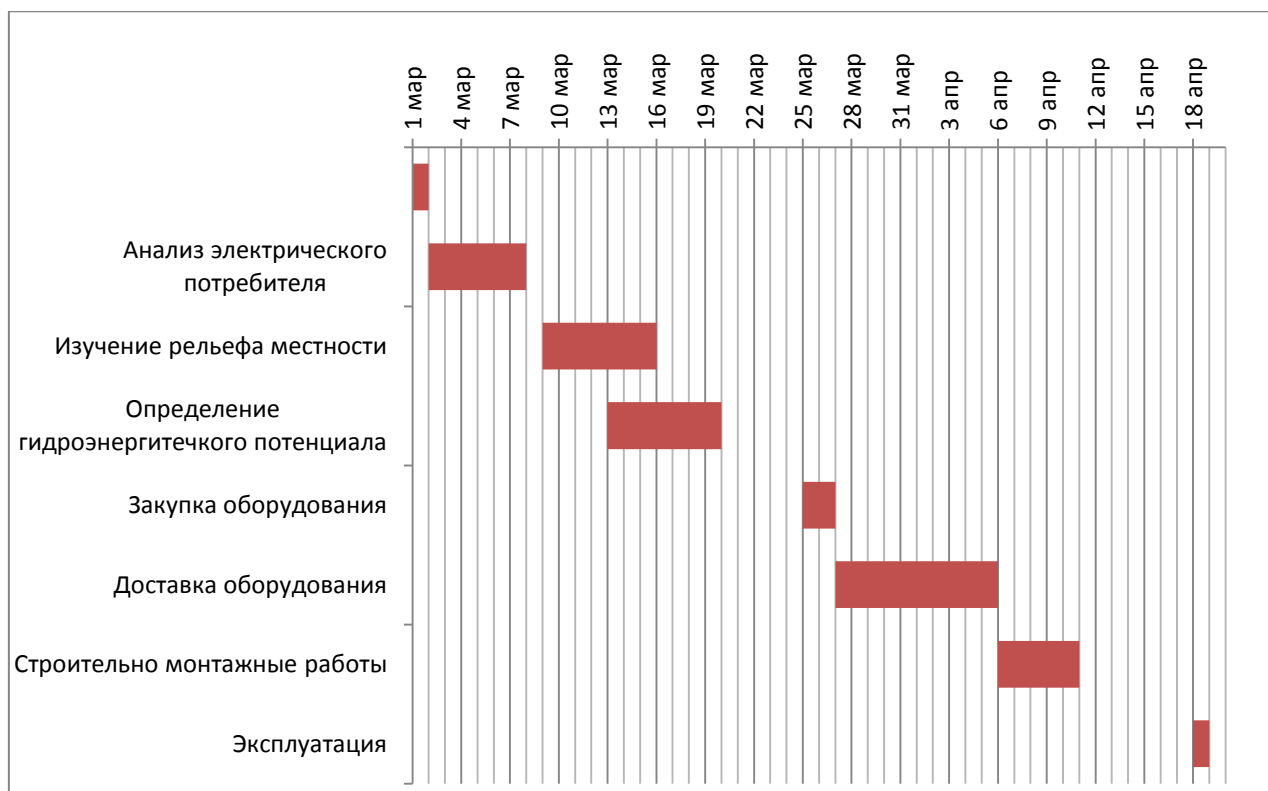


Рисунок 4.1 – Диаграмма Ганта

4.3 Оценка стоимости проекта

При планировании бюджета проектного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям.

Расчет материальных затрат НИР

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (13)$$

где: m — количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ — количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i — цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T — коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. В таблице 4.5 приведены материальные затраты.

Таблица 4.4 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материал, руб.
Бумага	лист	150	2	345
Картридж	шт.	1	1000	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402,5
Ручка	шт.	1	20	23
Дополнительная литература	шт.	2	400	920
Тетрадь	шт.	1	10	11,5
Электроэнергия	кВт/час	34	2,7	105,57
Итого				2957,57

4.3.1 Расчет затрат на оборудования

Стоимости микроГЭС, дополнительных сооружений, кабелей, проводов и оборудования для внутреннего электроснабжения приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Стоимость оборудования

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество, шт., м.	Суммарная цена, руб.
МикроГЭС	690000	1	690 000
Трубопровод из стали 325х5	2300	108	248 400
Вентиль	3100	2	6 200
Переходник 325х300	2100	1	2 100
Бетон М100	2000	5	10 000
Арматура (сетка)	95	12	1 140
Уголок металлический	296	12	3 552
Металло-черепица	400	22	8 800
Сетка рабица	95	20	1 900
Стойки для ограждения (металлические)	150	16	2 400
кабель ВВГнг 4х16	122	170	20 740
Автоматический выключатель ВА57-35-Х4 I _{ном} =20 А	1641	1	1 641
Автоматический выключатель ВА57-35-Х4 I _{ном} =16 А	1487	3	4 461
Счетчик НЕВА 301S0	2250	1	2 250
Кабель АВВГ 3х6	20	400	8 000
Розетки	100	25	2 500
Лампа накаливания 150 Вт	30	19	570
Лампа накаливания 300 Вт	40	3	120
Выключатели освещения одноклавишный	119	4	476
Выключатели освещения двухклавишный	149	2	298
Итог K _{уст}			1 028 128

4.3.2 Расчет основной заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости

выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя (научный руководитель – по ВНС ДН ППС 4ПКГ в размере 31 434 рублей)

Данные для расчета:

- 1) Оклад у научного руководителя – 31 434 руб.,
- 2) Плановый фонд рабочего времени за месяц – 176 часов (22 дня);
- 3) Тарифная ставка.
- 4) Дополнительная заработная плата.
- 5) Районный коэффициент – 1,3 (для Томска)

Часовая тарифная ставка ($C_{\text{ч}}$) определяется:

$$C_{\text{ч}} = \frac{\text{Оклад}}{\Phi_{\text{рв}}} \quad (14)$$

где: $\Phi_{\text{рв}}$ – плановый фонд рабочего времени за месяц, из расчета 22 рабочих дня по 8 часов.

Рассчитаем заработную плату научного руководителя:

Часовая тарифная ставка ($C_{\text{ч}}$):

$$C_{\text{ч}} = \frac{31\,434}{176} = 178,6 \text{ руб. в час}$$

В состав основной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30% от тарифа или оклада.

Основная заработная плата за проект у руководителя составит:

$$ЗП_{\text{осн}} = 178,6 \cdot (10 \cdot 8) = 178,6 \cdot 80 = 14288 \text{ руб.}$$

Итого затраты на оплату труда:

$$ЗП_{\text{общ}} = 14288 + 2115 = 16\,403 \text{ руб.}$$

Общая сумма заработной платы с учетом районного коэффициента:

$$ЗП_{\text{общ}} = 16\,403 \cdot 1,3 = 21\,323 \text{ руб.}$$

Таблица 4.6 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад (руб.)	Часовая тарифная ставка (руб./час.)	Основная заработная плата (руб.)	Заработная плата с учетом районного коэффициента и надбавки (руб.)
Руководитель	31 434	178,6	14 288	21 323

4.3.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}} \quad (15)$$

где: $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблицу 7 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 4.7- Заработная плата руководителя НИР

Заработная плата	Руководитель
Основная зарплата	21 323
Дополнительная зарплата	1979
Итого по статье ЗП _{общ}	23 302

Расчет отчислений от заработной платы

Затраты по этой статье составляют отчисления по единому социальному налогу (ЕСН).

Отчисления по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{соц}} = ЗП_{\text{общ}} \cdot 1,3 \quad (16)$$

Где $K_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы. Данный коэффициент составляет 30% от затрат на заработную плату и включает в себя:

- отчисления в пенсионный фонд;
- на социальное страхование;
- на медицинское страхование.

Итак, отчисления из заработной платы составили:

$$C_{\text{соц}} = 0,3 \cdot 23\,302 = 6\,990 \text{ руб}$$

4.3.4 Затраты на строительно-монтажные работы

Ориентируясь на стоимости услуг местной стройкомпании «Мастер Плюс» берем коэффициент затрат на строительно-монтажные работы $k_p=0,15$ от полной установленной стоимости.

$$K_{\text{стр}} = k_p \cdot K_{\text{уст}} \quad (17)$$

где: k_p – коэффициент затрат на строительно-монтажные работы ;

$K_{\text{уст}}$ – стоимость всех установок станции;

$$K_{\text{стр}} = 0,15 \cdot 1\,028\,128 = 154\,219,2 \text{ руб}$$

Все виды работ по проекту занесены в таблицу 4.8.

Таблица 4.8 – Затраты на выполнение работ

Наименование	Цена, руб.
Доставка	20 000
Монтаж, установка	154 219,2
Итого Кстр	174 219,2

4.3.5 Накладные расходы

К элементу «Накладные расходы» относятся налоги, сборы, платежи по обязательному страхованию имущества, платежи за предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ; вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения; затраты на командировки; плата сторонним организациям за пожарную и сторожевую охрану; за подготовку кадров; оплата услуг связи, вычислительных центров, банков; плата за аренду; представительские расходы; затраты на ремонт. И принимаются на уровне 16 % от затрат на осуществление технического проекта.

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{затраты на тех.проект}) \cdot k_{\text{нр}}$$

$$З_{\text{накл}} = 1\,249\,929,77 \cdot 0,18 = 224\,987,4 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы

4.3.6 Формирование сметы бюджета затрат на проект

Смета бюджета затрат отражает сумму средств необходимых для конкретного пункта ПИР.

Смета бюджета затрат представлена в таблице 4.9

Таблица 4.9 – Смета затрат ПИР

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	2957
Затраты на оборудования	1028128
Затраты по основной заработной плате руководителя темы	21323
Затраты по дополнительной заработной плате руководителя темы	1979
Отчисления во внебюджетные фонды	6990
Строительно-монтажные работы	174219
Накладные расходы	224987
Бюджет затрат НИР	1460583

Итого на реализацию ПИР бюджет составляет 1 460 583 руб.

Для оценки эффективности ПИР рассчитываем себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии эл:

$$C_{\text{эл}} = \frac{P_n \cdot Z_6}{W} \quad \text{руб.} \quad (17)$$

где: Z_6 – бюджет затрат ПИР

$P_n = \frac{1}{T}$ – нормативный коэффициент рентабельности

T – экономический срок службы оборудования 10 лет

$$C_{\text{эл.м}} = \frac{0,1 \cdot 1460583}{129760,13} = 1,1 \quad \text{руб.}$$

где: W - общее количество электрической энергии, вырабатываемое электростанцией в течении года.(из формулы 6 $W = 129760,13$ кВт·ч)

4.4 Оценка стоимости альтернативного электроснабжения

Для определения целесообразности постройки микроГЭС и окупаемости ПИР, рассчитываем себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии от альтернативного электроснабжения. Альтернативное электроснабжение на основе 3 дизельгенераторов типа SKAT УГД-6000ЕК. Два дизельгенератора для постоянной работы, один в резерве. Стоимость оборудования альтернативного электроснабжения приведена в таблице 4.10.

Таблица 4.10–Стоимости оборудования альтернативного электроснабжения

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество , шт.,м.	Суммарная цена, руб.
Дизельгенератор	180100	3	540 300
кабель ВВГнг 3х16	122	170	20 740
кабель ВВГнг 1х10	74	170	12 580
Автоматический выключатель ВА57-35-Х4 I _{ном} =20 А	1641	1	1641

Продолжение таблицы 4.10

Автоматический выключатель ВА57-35-Х4 I _{ном} =16 А	1487	3	4 461
Счетчик НЕВА 301S0	2250	1	2 250
Кабель АВВГ 3х6	20	400	8 000
Розетки	100	25	2 500
Лампа накаливания 150 Вт	30	19	570
Лампа накаливания 300 Вт	40	3	120
Выключатели освещения, одноклавишный	119	4	476
Выключатели освещения, двухклавишный	149	2	298
Итого, Куст			593 936

$K_{уст}$ (полная установленная стоимость) составляет 593 936 руб.

На доставку всего оборудования составит 20000 руб. Далее определим затраты на строительно-монтажные работы (таблица 4.11).

$$K_{стр} = k_p \cdot K_{уст} \text{ руб.} \quad (18)$$

Где: k_p – коэффициент затрат на строительно-монтажных работ ;

$K_{уст}$ – стоимость всех установок станции;

$$K_{стр} = 0,15 \cdot 593\,936 = 89\,090,4 \text{ руб}$$

Таблица 4.11 – Затраты на выполнение работ

Наименование	Цена, руб.
Доставка	20 000
Монтаж, установка	89 090,4
Итого Кстр	109 090,4

Эксплуатационные затраты не будем учитывать, так как дизельная электростанция обслуживается семьей занимающейся животноводством в кошаре. Определим общегодовые расходы на топлива (таблица 4.12,4.13,4.14).

Определение загрузки работающих дизельных электростанций:

$$N_k = \frac{P_1}{P_{н}} \cdot 100 \quad \% \quad (19)$$

где: N_k – загрузка работающих ДЭС, %

$P_{д}$ – мощность ДЭС, кВт

P_1 – фактическая мощность

Расходы топлива определяется по следующей формуле.

$$G_1 = K_{xx}G_H + (1 - K_{xx}) * G_H * \frac{P_1}{P_H} \quad \text{кг/ч} \quad (20)$$

где: G_1 и G_H - фактический и номинальный расход топлива

P_1 и P_H - фактическая и номинальная мощность ДГ

K_{xx} - коэффициент характеризующий топливопотребление дизеля на холостом ходу, принимаем как 0,3. [11]

Таблица 4. 12 - Суточный расход топлива за весну

Часы	Р рас. кВт	Р (ДГ) кВт	Загрузка а ДГ %	Кол. Раб. ДГ, шт	Расход при 100% загрузк е, кг.	Р (ДГ) с уч. кол. Раб.ДГ , кВт	Расход топ.при 100%загрзк е с уч. кол., кг	Расход топл., кг.
0-1	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
1-2	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
2-3	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
3-4	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
4-5	4,55	6	75,8	1	1,84	6	1,84	1,5
5-6	5,12	6	85,3	1	1,84	6	1,84	1,63
6-7	5,69	6	94,8	2	1,84	12	3,68	2,3
7-8	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,57
8-9	8,53	6	142,1	2	1,84	12	3,68	2,97
9-10	10,2	6	170,5	2	1,84	12	3,68	3,4
10-11	11,3	6	189,5	2	1,84	12	3,68	3,5
11-12	9,1	6	151,6	2	1,84	12	3,68	3,5
12-13	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,7
13-14	7,39	6	123,1	2	1,84	12	3,68	2,97
14-15	7,96	6	132,6	2	1,84	12	3,68	2,847
15-16	7,96	6	132,6	2	1,84	12	3,68	2,847
16-17	7,39	6	123,1	2	1,84	12	3,68	2,67
17-18	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,57
18-19	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,57
19-20	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,57
20-21	6,25	6	104,1	2	1,84	12	3,68	2,47
21-22	5,69	6	94,8	2	1,84	12	3,68	2,33
22-23	4,55	6	75,8	1	1,84	6	1,84	1,53
23-24	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,43
Итого								55,527
За весенний период $G_{\text{весна}}$								5107,91

Таблица 4.13 - Суточный расход топлива летом

Часы	Р рас. кВт	Р (ДГ) кВт	Загрузка ДГ %	Кол · Раб. ДГ, шт	Расход при 100% загрузк е , кг.	Р (ДГ) с учето м кол. Раб. ДГ, кВт	Расход топлива при 1200% загрзке с учетом кол., кг	Расход топл., кг
0-1	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,40
1-2	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,43
2-3	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
3-4	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
4-5	4,55	6	75,83	1	1,84	6	1,84	1,5
5-6	5,69	6	94,83	1	1,84	6	1,84	1,7
6-7	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,5
7-8	7,96	6	132,6	2	1,84	12	3,68	2,8
8-9	9,1	6	151,6	2	1,84	12	3,68	3
9-10	10,2	6	170,5	2	1,84	12	3,68	3,3
10-11	11,3	6	189,5	2	1,84	12	3,68	3,5
11-12	9,1	6	151,6	2	1,84	12	3,68	3
12-13	6,25	6	104,16	2	1,84	12	3,68	2,4
13-14	6,25	6	104,16	2	1,84	12	3,68	2,4
14-15	7,39	6	123,16	2	1,84	12	3,68	2,6
15-16	7,96	6	132,6	2	1,84	12	3,68	2,8
16-17	7,96	6	132,66	2	1,84	12	3,68	2,8
17-18	7,39	6	123,16	2	1,84	12	3,68	2,69
18-19	7,39	6	123,16	2	1,84	12	3,68	2,69
19-20	7,39	6	123,16	2	1,84	12	3,68	2,69
20-21	6,25	6	104,16	2	1,84	12	3,68	2,4
21-22	5,69	6	94,83	2	1,84	12	3,68	2,3
22-23	4,55	6	75,83	1	1,84	6	1,84	1,5
23-24	3,98	6	66,33	1	1,84	6	1,84	1,4
ИТОГО								56,25
за весь летний период $G_{\text{лето}}$								5175,25 6

Таблица 4.14 - Суточный расход топлива осенью

Часы	P ₁ рас. кВт	P _н (ДГ) кВт	Загрузка ДГ %	Кол. Раб. ДГ, шт.	Расход при 100% загрузке , кг	P (ДГ) с учетом кол. Раб. ДГ, кВт	Расход топлива при 1200% загрзке с учетом кол., кг	Расход топл., кг
0-1	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
1-2	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
2-3	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
3-4	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,4
4-5	4,55	6	75,8	1	1,84	6	1,84	1,5
5-6	5,69	6	94,8	1	1,84	6	1,84	1,7
6-7	6,25	6	104,1	2	1,84	12	3,68	2,4
7-8	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,56
8-9	8,53	6	142,1	2	1,84	12	3,68	2,93
9-10	10,2	6	170,5	2	1,84	12	3,68	3,3
10-11	11,3	6	189,5	2	1,84	12	3,68	3,54
11-12	9,1	6	151,6	2	1,84	12	3,68	3,05
12-13	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,56
13-14	7,39	6	123,1	2	1,84	12	3,68	2,69
14-15	7,96	6	132,6	2	1,84	12	3,68	2,8
15-16	7,96	6	132,6	2	1,84	12	3,68	2,8
16-17	7,39	6	123,1	2	1,84	12	3,68	2,69
17-18	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,57
18-19	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,57
19-20	6,82	6	113,6	2	1,84	12	3,68	2,57
20-21	6,25	6	104,1	2	1,84	12	3,68	2,47
21-22	5,69	6	94,8	2	1,84	12	3,68	2,33
22-23	4,55	6	75,8	1	1,84	6	1,84	1,53
23-24	3,98	6	66,3	1	1,84	6	1,84	1,43
ИТОГО								55,765
за весь осенний период G _{осень}								5130,228

$$G_{\text{год}} = G_{\text{весна}} + G_{\text{лето}} + G_{\text{осень}} \text{ кг/год} \quad (21)$$

$$G_{\text{год}} = 5107,911 + 5175,256 + 5130,228 = 15413,395 \text{ кг/год}$$

Стоимость ДТ в Чуйской области с доставкой в районы в среднем составляет $C=37,5$ тыс. руб. за тонну

Определим цену расхода топлива за год

$$C_{\text{топ}} = G_{\text{год}} \cdot C \quad (22)$$

$$C_{\text{топ}} = 15413,395 \cdot 37,5 = 578\,002 \text{ руб.}$$

Общегодовой расход на дизельную электростанцию составило 578 002 руб.

Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии эл:

$$C_{\text{эл}} = \frac{P_n \cdot (K_{\text{стр}} + K_{\text{уст}}) + C_{\text{топ}}}{W} \quad \text{руб.} \quad (23)$$

где: $P_n = \frac{1}{T}$ – нормативный коэффициент рентабельности

T – экономический срок службы оборудования (лет)

Срок службы дизельгенератора типа SKAT УГД-6000ЕК 10000 моточасов. Наш объект потребляет электроэнергию 6600 часов в год. Два генератора работают параллельно. Из этого вычислим и берем как 3,2 лет срок службы трех генераторов.

Нормативный коэффициент рентабельности равен:

$$P_n = \frac{1}{3,2} = 0,3$$

$$C_{\text{эл.д}} = \frac{0,3 \cdot (109\,090,4 + 593\,936) + 578\,002}{129\,760,13} = 6,07 \text{ руб.}$$

4.5 Оценка эффективности ПИР

Тариф альтернативного электроснабжения равен 6,7 руб./кВт·ч, что говорит о перспективности проекта в данной местности.

С учетом годовой инфляции (коэффициент $k=1,1$), проведем оценку экономии средств. Для определения экономии, вычислим годовую экономию

денежных средств за каждый год с учетом годовой инфляции. Результаты вычислений сведем в таблицу 4.15.

Таблица 4.15 – Оценка экономии средств

Год	Затраты, руб.	Экономия, руб.	Коэфф. инфляции
1	-1460583	644907	1,1
2	-815676	709397,7	1,1
3	-106278	780337,47	1,1
4	674059	858371,217	1,1
5	1532430	944208,3387	1,1
6	2476639	1038629,173	1,1
7	3515268	1142492,09	1,1
8	4657760	1256741,299	1,1
9	5914501	1382415,429	1,1
10	7296917	1520656,972	1,1

Из таблицы 4.10 видно, что проект сэкономит 7296917 рублей за 10 лет.

Затраты на построение микроГЭС гораздо больше, чем на дизельную электростанцию. В виду постоянных затрат на топливо и обслуживание ДЭС, делают вариант построение микроГЭС более привлекательным, так как общегодовые затраты на микроГЭС отсутствуют.

Вывод по четвертой главе:

В данном разделе был проанализирован проект с точки зрения экономической эффективности. Определены этапы реализации проекта, учитывая возможные задержки в календарном плане, построен график Ганта. Составлена смета расходов на оборудование и прилегающие работы. После для сравнения был произведен экономический расчет для альтернативного варианта электроснабжения. Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии проекта составил 1,1 руб., а альтернативного 6,07 руб.. Зная себестоимость электроэнергии вычислили экономию средств. Экономия средств и низкая себестоимость электроэнергии благоприятно влияют на стоимость

выпускаемой продукций объекта, что делают ее конкурентоспособной и увеличивает доход. Увеличение доходов же влечет за собой снижение срока окупаемости

